



TUGAS AKHIR - TF 145565

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN
TEMPERATURE PADA TANGKI PENDINGIN MELALUI
MANIPULASI LAJU ALIRAN *REFRIGRANT* DENGAN
MENGUNAKAN *REFRIGERANT R-22* PADA MINI
PLANT *HEAT EXCHANGER TYPE SHELL AND TUBE*
SEBAGAI ALAT UJI KOMPETENSI**

AKHMAD ARIS APANTO
10 51 15 000 00 081

Dosen Pembimbing:
Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA.
NIP. 19650309 1992002 1 001

Ahmad Fauzan Adziima, S.T., M.Sc.
NPP. 1991201711051

PROGRAM STUDI DIII TEKNOLOGI INSTRUMENTASI
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



TUGAS AKHIR - TF 145565

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN
TEMPERATURE PADA TANGKI PENDINGIN MELALUI
MANIPULASI LAJU ALIRAN *REFRIGRANT* DENGAN
MENGUNAKAN *REFRIGERANT R-22* PADA MINI
PLANT *HEAT EXCHANGER TYPE SHELL AND TUBE*
SEBAGAI ALAT UJI KOMPETENSI**

AKHMAD ARIS APANTO
10 51 15 000 00 081

Dosen Pembimbing:
Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA.
NIP. 19650309 1992002 1 001

Ahmad Fauzan Adziima, S.T., M.Sc.
NPP. 1991201711051

PROGRAM STUDI DIII TEKNOLOGI INSTRUMENTASI
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



FINAL PROJECT - TF 145565

DESIGN OF CONTROL SYSTEM TEMPERATURE ON TANK COOLING THROUGH REFRIGRANT FLOW REFRIGERATION MANIPULATION USING REFRIGRANT R-22 IN MINI PLANT HEAT EXCHANGER TYPE SHELL AND TUBE AS A COMPETENCE TEST TOOL

AKHMAD ARIS APANTO
10 51 15 000 00 081

Advisor Lecturer:
Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA.
NIP. 19650309 1992002 1 001

Ahmad Fauzan Adziima, S.T., M.Sc.
NPP. 1991201711051

DIII PROGRAM OF INSTRUMENTATION TECHNOLOGY
INSTRUMENTATION ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Vocation
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

LEMBAR PENGESAHAN I

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN TEMPERATURE PADA TANGKI PENDINGIN MELALUI MANIPULASI LAJU ALIRAN *REFRIGERANT* DENGAN MENGUNAKAN *REFRIGERANT R-22* PADA MINI PLANT *HEAT EXCHANGER TIPE SHELL AND TUBE* SEBAGAI ALAT UJI KOMPETENSI

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Kelulusan Mata Kuliah Tugas Akhir – TF 145565
Oleh:

AKHAD ARIS APANTO
NRP. 10 51 15 000 00 081

Surabaya, 31 Juli 2018

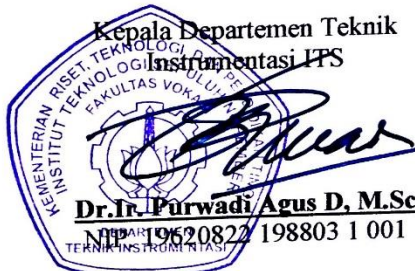
Mengetahui / Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA.
NIP. 19650309 199002 1 001

Dosen Pembimbing II

Ahmad Fauzan Adzima, S.T., M.Sc.
NPP. 1991201711051



LEMBAR PENGESAHAN II

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN
TEMPERATURE PADA TANGKI PENDINGIN MELALUI
MANIPULASI LAJU ALIRAN *REFRIGERANT* DENGAN
MENGUNAKAN *REFRIGERANT R-22* PADA MINI
PLANT *HEAT EXCHANGER TIPE SHELL AND TUBE*
SEBAGAI ALAT UJI KOMPETENSI**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Kelulusan Mata Kuliah Tugas Akhir – TF 145565
Oleh:

AKHMAD ARIS APANTO

NRP. 10 51 15 000 00 081

Surabaya, 31 Juli 2018

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Dr.Ir. Totok Soehartanto, DEA (Pembimbing I)
2. Ahmad Fauzan A, ST., M.Sc (Pembimbing II)
3. Ir. Tutug Dhanardono, M.T (Penguji I)

SURABAYA
JULI 2018

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN
TEMPERATURE PADA TANGKI PENDINGIN MELALUI
MANIPULASI LAJU ALIRAN *REFRIGERANT* DENGAN
MENGUNAKAN *REFRIGERANT R-22* PADA MINI
PLANT *HEAT EXCHANGER TIPE SHELL AND TUBE*
SEBAGAI ALAT UJI KOMPETENSI**

Nama : Akhmad Aris Apanto
NRP : 10 51 15 000 00 081
Departemen : Teknik Instrumentasi FV-ITS
Dosen Pembimbing I : Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA.
Dosen Pembimbing II : Ahmad Fauzan Adziima, S.T., M.Sc.

ABSTRAK

Dispenser merupakan salah satu alat yang membutuhkan listrik untuk dapat menjalankan sistem pemanasan sekaligus sistem pendinginan kemudian *air conditioner* (AC) merupakan sebuah alat yang mampu mengkondisikan udara dengan kata lain *air conditioner* (AC) berfungsi sebagai penyejuk udara pada ruangan.

Pada tugas akhir ini akan dilakukan perancangan dan pembuatan sistem pengendalian temperatur air yang dapat dijalankan secara otomatis pada proses pengendalian secara manual dengan penekanan tombol pada dispenser dipasaran akan dimodifikasi dengan cara menggunakan aktuator berupa *solenoid valve* sebagai pengendali aliran air dan sensor *float switch* untuk menjaga kesetabilan volume air sesuai dengan kapasitas kemudian sensor *thermocouple* yang digunakan untuk menjaga suhu air sesuai dengan *setpoint* yang telah di tentukan yaitu *up to 10°C*.

Hasil yang didapatkan pada proses perancangan alat tugas akhir ini yaitu pendinginan air dari suhu normal yang mana rata – rata yaitu 25 - 30 °C di dinginkan pada tangki pendingin dan dapat mencapai *setpoint* 10 °C dengan lamanya proses pendinginan selama 12 menit dengan volume air 50 liter. Menggunakan sistem *Air Conditioner* (AC) 2 PK = ± 18.000 BTU/h.

Kata kunci : *Dispenser, Refrigerant, Air Conditioning (AC)*

***DESIGN OF CONTROL SYSTEM TEMPERATURE ON
TANK COOLING THROUGH REFRIGRANT FLOW
REFRIGERATION MANIPULATION USING REFRIGRANT
R-22 IN MINI PLANT HEAT EXCHANGER TYPE SHELL
AND TUBE AS A COMPETENCE TEST TOOL***

Name : Akhmad Aris Apanto
NRP : 10 51 15 000 00 081
Department : Instrumentation Engineering FV-ITS
Advisor Lecturer I : Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA
Advisor Lecturer II : Ahmad Fauzan Adziima, S.T., M.Sc.

ABSTRACT

Dispenser is one of the tools that require electricity to be able to run the heating system as well as cooling system then air conditioner (AC) is a tool capable of conditioning air in other words air conditioner (AC) serves as air conditioning in the room.

In this final project will be design and manufacture of water temperature control system which can be executed automatically on the control process manually with keystrokes on the market dispenser will be modified by using actuator in the form of selenoid valve as water flow controller and float switch sensor to maintain the volume stability water in accordance with the capacity and then thermocouple sensor used to maintain the water temperature in accordance with the setpoint that has been determined that is up to 10 °C.

The results obtained in the design process of this final task tool is cooling water from normal temperature where the average is 25-30°C in cooled in the cooling tank and can reach setode 10 °C with the duration of cooling process for 12 minutes with water volume 50 liter. Using air conditioner (AC) 2 PK = $\pm 18,000$ BTU /h.

Keywords: Dispenser, Refrigerant, Air Conditioning (AC)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah Azza Wa Jalla karena hanya dengan rahmat dan karunia-Nya lah penulis dapat menyelesaikan penelitian Tugas Akhir ini.

Selama pelaksanaan penelitian Tugas Akhir ini, penulis merasa bersyukur karena telah mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, baik secara moril maupun spirit, yakni kepada

1. Kedua orangtua tercinta, ayahanda Poedji Santoso, serta ibunda Eko Kurniasari yang telah memberikan semangat, motivasi, serta do'a yang tiada hentinya kepada penulis untuk terus berusaha meraih yang terbaik,
2. Bapak Dr. Totok Soehartonto, DEA dan Bapak Ahmad Fauzan Adzima, S.T.,M.Sc selaku dosen pembimbing, yang telah memberikan bimbingan serta arahan-arahan dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini,
3. Bapak Arief Abdurakhman, S.T.,M.T selaku dosen wali penulis yang telah banyak membantu dalam memotivasi serta giat untuk menimba ilmu dan kesediaannya atas arahan selama perkuliahan,
4. Mas Mokhamad Hidayat yang telah banyak membantu demi kelancaran serta kesuksesan dalam perancangan sistem pada alat tugas akhir ini,
5. Teman-teman departemen teknik instrumentasi ayung, azzan, usrok, naja, jigong, enver, pakde, udin, ucap, vebby, ega, sri, farah dan lain-lain yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang sangat membantu penulis selama berada dalam lingkungan departemen teknik instrumentasi.

Penulis menyadari bahwa terdapat banyak kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis memohon maaf atas segala kekurangan yang ada. Pada akhirnya, semoga penelitian Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak pada umumnya dan bagi rekan-rekan di Departemen Teknik Instrumentasi - ITS pada khususnya.

Surabaya, 31 Juni 2018

Penulis

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR – TF 145565	i
TUGAS AKHIR – TF 145565 Error! Bookmark not defined.	
TUGAS AKHIR – TF 145565	i
TUGAS AKHIR – TF 145565	i
<i>FINAL PROJECT – TF 145565</i>	ii
<i>FINAL PROJECT – TF 145565</i>	ii
LEMBAR PENGESAHAN I Error! Bookmark not defined.	
LEMBAR PENGESAHAN II	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Lingkup Tugas Akhir	2
1.5 Manfaat	3
BAB II	5
TEORI DASAR	5
2.1 Sistem Pendingin pada Dispenser Air Minum	5
2.2 Sistem Otomatisasi pada AC (Air Conditioner)	8
2.3 Sistem Pengendalian Temperature (Close Loop)	14
2.4 Horizontal Float Switch	16
2.5 Temperature Transmitter	17
2.5 Selenoid Valve	18
2.5 Solid State Relay (SSR)	19
2.6 Mikrokontroller AT MEGA16	20
BAB III	23
METODOLOGI	23
3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir	23

3.5	Perancangan Otomatisasi Sistem Pendinginan pada Dispenser Air Minum.....	30
3.6	Perancangan Kontroller berbasis AT-Mega	31
3.7	Perancangan Aktuator Selenoid Valve	32
3.8	Flowchart Program Mode Kontrol Pengendalian.....	32
BAB IV		33
ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN		33
4.2	Analisa Perhitungan Sistem Refrigerasi.....	35
4.2.1	Qin & Qout Sistem Refrigerasi	36
4.2.1.1	Qin Air.....	36
4.2.1.2	Qout Air.....	36
4.2.2	Spesifikasi Refrigerant 2 PK (R-22)	37
4.3	Hasil Pengambilan Data Temperature Type K Pada 38	
4.3.1	Hasil Pengambilan Data Temperature Type K Pada Proses Pendinginan	38
4.3.2	Hasil Pengambilan Data Temperature Type K Terhadap Waktu	39
BAB V		43
PENUTUP		43
5.1	KESIMPULAN	43
5.2	SARAN.....	43
DAFTAR PUSTAKA.....		45
LAMPIRAN		47
BIODATA PENULIS.....		73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Dispenser Fan.....	21
Gambar 2.2 Sistem Dispenser Refrigerant.....	22
Gambar 2.3 AC (Air Conditioner).....	22
Gambar 2.4 Siklus Refrigerant.....	23
Gambar 2.5 Kompresor.....	24
Gambar 2.6 Kondensor.....	24
Gambar 2.7 Pipa Tembaga/Kuningan.....	25
Gambar 2.8 Evaporator.....	26
Gambar 2.9 Thermostat.....	27
Gambar 2.10 Diagram Blok Loop Tertutup.....	28
Gambar 2.11 Diagram Blok Umpan Balik AC (Air Conditioner).....	29
Gambar 2.12 Horizontal Float Switch.....	30
Gambar 2.13 ThermocoupeL Type K.....	30
Gambar 2.14 Selenoid Valve.....	32
Gambar 2.15 SSR (Solid State Relay).....	32
Gambar 2.16 At – Mega 16.....	34
Gambar 3.1 Flowchart Pengerjaan Tugas Akhir.....	35
Gambar 3.2 P&ID Plant Simulator HE.....	37
Gambar 3.3 Desain Tangki.....	37
Gambar 3.4 P&ID Plant Tugas Akhir.....	38
Gambar 3.5 Blok Diagram Pengendalian Sistem Pengendalia..	39
Gambar 3.7 Simulasi Proteus At-Mega16 & LCD 16x2.....	41
Gambar 3.8 Karakter Yang Muncul Di LCD 16x2.....	41
Gambar 3.9 Simulasi ThermocoupeL Type K dan MAX 6675 At-Mega 16.....	42
Gambar 3.10 Diagram Blok Dispenser Air Minum.....	42
Gambar 3.11 Flowchart Program.....	
Gambar 3.12 Diagram Blok Mode Kontrol Pengendalian.....	44
Gambar 4.4 Grafik Data Temperature (°C) Dengan Arus (A)...	46
Gambar 4.6 Grafik Data Temperature (°C) Dengan Waktu (menit).....	47

DAFTAR TABEL

Tabel 3.6	Penentuan Porting At – Mega 16.....	39
Tabel 4.1	Data Validasi ThermocoupeL Type K (naik).....	45
Tabel 4.2	Data Validasi ThermocoupeL Type K (turun).....	46
Tabel 4.3	Hasil Data Temperature (°C) Dengan Arus (A).....	50
Tabel 4.5	Hasil Data Temperature (°C) Dengan Waktu (menit).....	52

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Simulator alat penukar panas yang akan dibangun pada Tugas Akhir ini mempergunakan air panas yang berasal dari *Heater* (Tangki Pemanas) dan air dingin dari *Refrigerant* (Tangki Pendingin), dimana pada proses pendinginan mempergunakan *Refrigerant* seperti yang digunakan pada kulkas dan AC (*Air Conditioner*). Tangki pendingin pada Tugas Akhir ini akan mengadopsi dispenser air minum yang ada dipasaran, namun cara kerja dispenser air yang umum dipasaran bekerja secara *Squensial* (tergantung dari lamanya proses pendinginan air pada dispenser). Sehingga tangki pendingin ini perlu dimodifikasi agar dapat melakukan proses pendinginan suatu volume air sesuai dengan kebutuhan proses pada alat penukar panas.

Untuk itu pada Tugas Akhir ini akan dilakukan perancangan dan pembuatan sistem pengendalian temperatur air yang diinginkan agar dapat berjalan secara otomatis, maka dari itu pada Tugas Akhir ini proses pengendalian secara manual dengan penekanan tombol pada dispenser dipasaran akan dimodifikasi agar dapat dijalankan secara otomatis dengan cara menggunakan aktuator berupa *solenoid valve* sebagai pengendali aliran air untuk mensuplai tangki pendinginan yang mana pada tangki tersebut telah tersedeia sensor *float switch* (level) yang berfungsi untuk menjaga kesetabilan volume air sesuai dengan kapasitas dan *temperature* (suhu) yang berfungsi untuk menjaga suhu air yang telah diinginkan sesuai dengan *setpoint* yang telah ditentukan yaitu sebesar *up to 10°C*, sehingga pada proses pendinginan air dari suhu normal menuju suhu *setpoint* tidak terjadi *overload* baik volume maupun suhunya.

Maka dari itu pada Tugas Akhir ini akan dihasilkan sebuah sistem pengendalian *temperature* air dingin dengan mengadopsi sistem dari dispenser dan ac (*air conditioner*) yang kemudian disuplai ke *heat exchanger* yang debit airnya berubah-ubah.

1.2 Rumusan Masalah

Dari penjelasan latar belakang diatas maka permasalahan padaa tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana mengetahui mekanisme sistem pengendalian pada dispenser air minum yang ada dipasaran.
2. Bagaimana mengetahui mekanisme AC (*Air Conditioner*) dalam mendinginkan udara suatu ruangan secara otomatis.
3. Bagaimana merekayasa sistem pendinginan dispenser air minum dengan mempergunakan sistem otomatisasi pada sistem pendinginan AC (*Air Conditioner*).
4. Bagaimana mengetahui kinerja otomatisasi pada sistem pendinginan dispenser air minum yang dimodifikasi.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan umum dilakukanya kerja praktek ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk memahami mekanisme sistem pengendalian pada dispenser air minum yang ada dipasaran.
2. Untuk memahami mekanisme AC (*Air Conditioner*) dalam mendinginkan udara suatu ruangan secara otomatis.
3. Untuk memahami sistem pendinginan dispenser air minum dengan mempergunakan sistem otomatisasi pada sistem pendinginan AC (*Air Conditioner*).
4. Untuk memahami kinerja otomatisasi pada sistem pendinginan dispenser air minum yang dimodifikasi.

1.4 Lingkup Tugas Akhir

Lingkup tugas akhir ini terdiri dari berikut:

1. Studi prinsip kerja sistem pendinginan pada dispenser air minum.
2. Studi sistem otomatis pada AC (*Air Conditioner*).
3. Rekayasa sistem pendingin pada dispenser air minum agar dapat berjalan secara otomatis dengan mengadopsi pada sistem otomasi pada AC (*Air Conditioner*).
4. Variabel proses yang dikendalikan adalah temperature air yang disuplai atau yang dikirim menuju alat penukar panas.

5. Variabel yang dimanipulasi adalah flow air yang digunakan untuk pendinginan.
6. Mikrokontroller yang digunakan AT-MEGA16.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai alat penunjang untuk praktikum Termodinamika, Sistem pengukuran aliran, Mikrokontroller dan Mikroprosesor, serta mata kuliah lainnya yang berhubungan sistem kerja dari alat tugas akhir ini.
2. Sebagai sarana pengenalan dan pembelajaran tentang alat yang ada di industri.
3. Serta menerapkan ilmu dan pengetahuan yang telah dilalui selama bangku perkuliahan.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

TEORI DASAR

2.1 Sistem Pendingin pada Dispenser Air Minum

Dispenser ialah salah satu alat yang membutuhkan listrik untuk dapat menjalankan sistem pemanas sekaligus sistem pendinginnya. Dispenser yang efektif adalah dispenser yang bisa digunakan untuk memanaskan dan mendinginkan air.

Di dalamnya terdapat heater, yang biasanya memakai daya sekitar 200-300 Watt, sebagai komponen utama pemanas, dan kompresor pendingin sebagai penjalan mesin pendingin. Demi efisiensi, biasanya kita menggunakan galon bervolume 19 liter air untuk ditempatkan di dispenser.

Di bagian atas tubuh dispenser terdapat tabung yang dibuat dari materi steinles steel, yang di bagian luar tabungnya dililitkan pipa tembaga ukuran 1/4, berfungsi sebagai pendingin air. Lilitan pipa di luar tabung dapat disamakan dengan sebuah evaporator pada pendingin ruangan atau pada kulkas.

Selanjutnya, air panas akan mengalir keluar melalui salah satu kran, biasanya berwarna merah, karena air panas dalam tabung menghasilkan suatu tekanan. Lalu air dingin akan mengalir dari salah satu kran, biasanya berwarna biru, didasari oleh proses gravitasi.

Ada berbagai macam jenis dispenser :

1. Biasa, adalah dispenser yang tidak menggunakan sistem pemanas maupun sistem pendingin. Dispenser ini hanya bisa digunakan untuk mengalirkan air dari galon.
2. Normal and Hot, adalah dispenser yang menggunakan sistem pemanas, namun tidak mempunyai sistem pendingin.

Dispenser jenis ini dapat digunakan hanya sebatas untuk memanaskan air dan mengambil air normal (tidak dingin dan tidak panas).

3. Extra Hot dan Hot, adalah dispenser yang dapat dipakai untuk memanaskan dan mendidihkan air. Ideal untuk ditempatkan di dalam kantor dan ruang meeting, karena para pekerja kerap menyeduh minuman panas seperti kopi dan sebagainya.
4. Cold and Hot, adalah dispenser yang dapat digunakan untuk memanaskan maupun mendinginkan air. Merupakan jenis dispenser yang paling sering dikonsumsi masyarakat.

Di dalam dispenser, air akan mengalir dengan siklus seperti berikut ini: galon – tabung penampung – tabung pemanas – kran – gelas. Proses pemanasan terjadi pada saat air masuk dalam tabung pemanas. Tabung pemanas terbuat dari logam, memiliki sensor suhu, dan dikelilingi oleh elemen pemanas di sekitar tabungnya.

Sensor suhu akan memicu pemanas untuk bekerja. Suhu tinggi dari elemen pemanas akan diserap oleh air yang bersuhu lebih rendah, lalu setelah suhu air mencapai panas maksimal, sensor suhu akan memutuskan arus listrik pada tabung elemen pemanas.

Jika Anda memperhatikan, di dispenser ada semacam lampu indikator untuk pemanas. Lampu indikator yang menyala (di beberapa dispenser akan berwarna merah) menandakan elemen pemanas sedang bekerja, dan sebaliknya.

Jika lampu indikator mati atau standby (di beberapa dispenser akan berganti warna menjadi hijau), berarti air sudah mencapai panas maksimal dan siap digunakan.

Satu hal yang penting diingat, yaitu pastikan air penuh pada tabung pemanas saat menyalakan dispenser. Karena jika tabung pemanas ternyata dalam keadaan kosong dan elemen pemanas

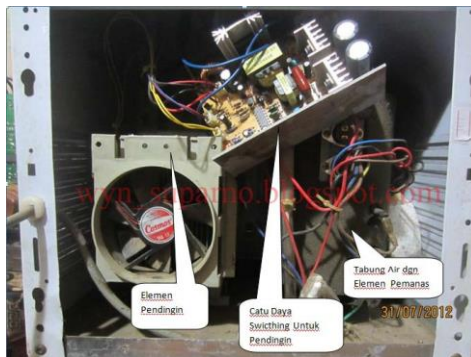
bekerja, suhu tinggi yang tidak terserap oleh air malah akan merusak tabung pemanas dan komponen lainnya.

Pada tabung dispenser juga dipasang thermostat yang berfungsi sebagai pembatas kerja heater agar tidak terus-menerus bekerja yang akan membuat suhu air menjadi berlebihan.[1]

Cara kerja pendingin air pada dispenser bisa dibedakan menjadi 2, yaitu dengan cara sebagai berikut ini :

1. Sistem Fan

Proses pendinginan ini tercipta dengan cara menyerap suhu tinggi air saat air berada di tampungan. Namun faktanya, fan hanya sebagai alat bantu mempercepat pelepasan panas pada air, sehingga suhu air hanya akan turun sedikit. Selanjutnya, air yang berada di tampungan akan dikeluarkan melalui kran dan siap untuk dikonsumsi.



Gambar 2.1. Sistem Dispenser Fan

<http://www.hoo-tronik.com/2016/08/cara-memperbaiki-dispenser-yang-rusak.html>

2. Sistem Refrigran

Proses pendinginan ini sama seperti sistem refrigran pada kulkas, namun evaporatornya dimasukkan dalam tampungan air, sehingga air di sekitar evaporator akan menjadi dingin. Hasil pendinginan air dengan sistem refrigran lebih maksimal dibandingkan sistem fan.[2]



Gambar 2.2. Sistem Dispenser Refrigrasi

<http://www.pratama-teknik-ac.com/beberapa-penyebab-kulkas-1-dan-2-pintu-tidak-dingin/>

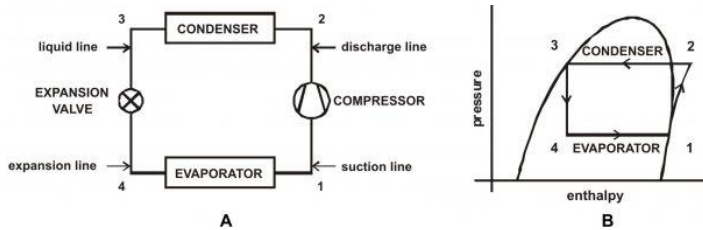
2.2 Sistem Otomatisasi pada AC (Air Conditioner)

Air Conditioner Merupakan sebuah alat yang mampu mengkondisikan udara. Dengan kata lain, AC berfungsi sebagai penyejuk udara yang di inginkan (sejuk atau dingin) dan nyaman bagi tubuh. Ac lebih banyak digunakan di wilayah yang beriklim tropis dengan kondisi temperatur udara yang relatif tinggi (panas).



Gambar 2.3. *Air Conditioning*

Refrigerant merupakan media pemindah kalor pada system refrigerasi, dimana refrigerant menyerap kalor pada tekanan rendah melalui evaporator dan melepaskan panas pada tekanan tinggi melalui kondensor. Evaporator menyerap panas dari ruangan yang dikondisikan sehingga temperatur ruangan menjadi dingin dan refrigerant bertekanan rendah di dalam evaporator mengalami pendidihan. Uap refrigeran tersebut kemudian dikompresikan oleh kompresor ketekanan tinggi sehingga temperatur uap refrigeran tersebut juga mengalami kenaikan sehingga panas refrigeran tersebut dapat dilepaskan ke lingkungan melalui kondensor sedangkan refrigeran mengalami kondensasi sehingga refrigeran berubah fasa menjadi cairan pada tekanan tinggi. Cairan refrigeran tersebut kemudian diekspansikan ke tekakanan evaporator untuk siklus selanjutnya oleh alat ekspansi. Siklus refrigerasi dapat dilihat pada gambar 3.[3]



Gambar 2.4. Siklus Refrigirasi

<https://www.teachintegration.com/hvac-forum/basic/siklus-refrigerasi/>

Komponen AC dikelompokkan menjadi 4 bagian, yaitu komponen utama, komponen pendukung, kelistrikan, dan bahan pendingin (refrigeran).

1. Kompresor

Kompresor Adalah Sebuah alat yang berfungsi untuk menyalurkan gas refrigeran ke seluruh sistem. Jika dianalogikan, cara kerja kompresor AC layaknya seperti jantung di Tubuh Manusia. Kompresor Memiliki 2 Pipa, yaitu Pipa Hisap Dan Pipa tekan. Dan Memiliki 2 daerah tekanan, yaitu tekanan rendah dan tekanan tinggi. Ada tiga jenis kompresor, yaitu : Kompresor Torak (Reciproacting) Kompresor Sentrifugal, dan kompresor rotary.



Gambar 2.5 Kompresor

2. Kondensor

Kondensor berfungsi sebagai alat penukar kalor, menurunkan temperatur refrigeran, dan mengubah wujud refrigeran dari bentuk gas menjadi cair. Kondensor Pada AC biasanya di simpan pada luarruangan (outdoor). Kondensor biasanya didinginkan Oleh Kipas (FAN), Fan ini berfungsi menghembuskan panas yang di hasilkan kondensor pada saat pelepasan Kalor yang di serap Oleh gas refrigeran. Agar Proses Pelepasan kalor bisa lebih cepat, pipa kondensor didesain berliku dan dilengkapi dengan sirip.



Gambar 2.6. Kondensor

3. Pipa Tembaga/Kuningan

Pipa Tembaga/Kuningan merupakan komponen utama yang berfungsi menurunkan tekanan refrigeran dan mengatur aliran refrigeran menuju evaporator. Fungsi utama pipa kapiler ini sangat vital karena menghubungkan dua bagian tekanan berbeda, yaitu tekanan tinggi dan tekanan rendah. refrigeran bertekanan tinggi sebelum melewati pipa kapiler akan di ubah atau diturunkan tekananya. Akibat dari penurunan tekanan refrigeran menyebabkan penurunan suhu. Pada bagian inilah (pipa kapiler) refrigeran mencapai suhu terendah (terdingin). Pipa kapiler terletak antara saringan (filter) dan Evaporator.



Gambar 2.7. Pipa Tembaga/Kuningan
<https://www.belajarberdirii.com/2017/03/cara-memeriksa-dan-memperbaiki.html>

4. Evaporator

Evaporator Setelah refrigerant melewati katup ekspansi maka selanjutnya akan menuju ke evaporator. Evaporator pada sistem AC memiliki fungsi kebalikan dari komponen kondensor. Fungsi dari evaporator yaitu untuk menyerap panas, refrigerant yang melewati evaporator ini akan menyerap panas dari udara yang dihisap oleh komponen blower. Sehingga udara yang dihisap oleh blower setelah melewati evaporator akan bersuhu dingin. Karena refrigerant tadi menyerap panas dari udara

maka bentuk refrigerant setelah keluar dari evaporator akan berubah dari yang berbentuk patikel-partikel kecil menjadi gas.



Gambar 2.8. Evaporator

<https://www.hunker.com/13407213/how-to-replace-an-evaporator-coil>

Sedangkan untuk sistem pengendalian temperature pada AC (Air Conditioner) menggunakan thermostat yang mana fungsi thermostat adalah suatu rangkaian komponen yang berfungsi atau berguna untuk mengatur perubahan suhu (baik suhu panas ataupun suhu dingin) yang dapat diatur sesuai dengan yang dikehendaki ataupun berkerja secara independent (mengikuti perubahan suhu) yang penerepannya terdapat pada macam-macam peralatan sistem pendingin dan sistem pemanas.

5. Thermostat

Peranan fungsi dari Thermostat pada ac adalah mengatur tekanan suhu dingin yang dihasilkan pada evaporator ac_ (cooling coil), melalui remote ac yang telah disediakan yang dapat digunakan untuk mengatur temperature yang diinginkan (sesuai yang dikehendaki), yaitu apabila sensor dingin pada thermostat telah mencapai titik yang di inginkan maka secara otomatis sistem kelistrikan yang ada pada thermostat akan mengirim perintah untuk mematikan atau mengistirahatkan kinerja dari komponen ac yaitu kompresor ac yang secara garis besar telah menghentikan sistem komponen ac secara keseluruhan.



Gambar 2.9. Thermostat

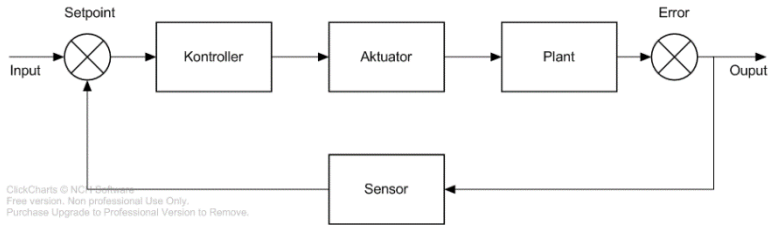
<https://www.indiamart.com/proddetail/air-conditioner-thermostats-4061457448.html>

Letak Thermostat sendiri diletakan pada kisi-kisi evaporator (cooling coil) sehingga fungsi thermostat dapat berkerja secara efektif dan maksimal untuk menerima dan mengatur suhu dingin yang dihasilkan pada sistem pendingin ac.[4]

2.3 Sistem Pengendalian Temperature (Close Loop)

Tujuan dari setiap sistem kontrol listrik atau elektronik adalah untuk mengukur, memantau, dan mengendalikan suatu proses dan salah satu cara di mana kita dapat mengendalikan proses dengan akurat adalah dengan memantau hasilnya dan "memberi makan" sebagian kembali untuk membandingkan output aktual dengan Output yang diinginkan sehingga mengurangi kesalahan dan jika terganggu, bawalah output sistem kembali ke respon semula atau yang diinginkan.

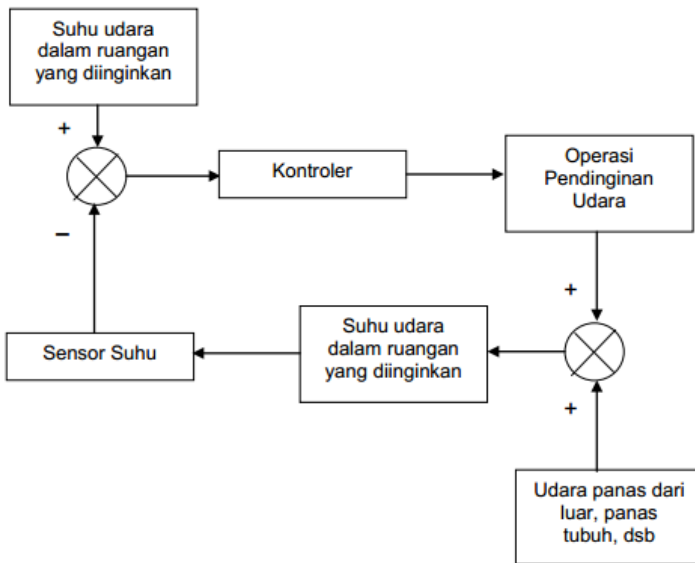
Kuantitas keluaran yang diukur disebut "sinyal umpan balik", dan jenis sistem kontrol yang menggunakan sinyal umpan balik untuk mengendalikan dan menyesuaikan dirinya disebut



Gambar 2.10. Diagram Blok Loop Tertutup

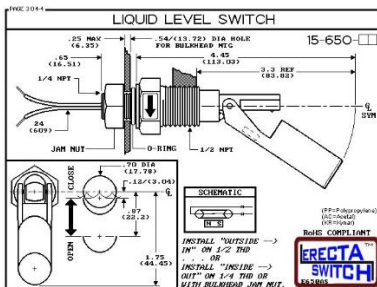
Sistem loop tertutup dirancang untuk secara otomatis mencapai dan mempertahankan kondisi keluaran yang diinginkan dengan membandingkannya dengan kondisi sebenarnya. Hal ini dilakukan dengan menghasilkan sinyal error yang merupakan perbedaan antara output dan referensi input. Dengan kata lain, "sistem loop tertutup" adalah sistem kontrol otomatis sepenuhnya dimana tindakan kontrolnya bergantung pada output dalam beberapa cara.

Contoh dari sistem ini banyak sekali, salah satu contohnya adalah operasi pendinginan udara (AC). Masukan dari sistem AC adalah derajat suhu yang diinginkan si pemakai. Keluarannya berupa udara dingin yang akan mempengaruhi suhu ruangan sehingga suhu ruangan diharapkan akan sama dengan suhu yang diinginkan. Dengan memberikan umpan balik berupa derajat suhu ruangan setelah diberikan aksi udara dingin, maka akan didapatkan kesalahan (*error*) dari derajat suhu aktual dengan derajat suhu yang diinginkan. Adanya kesalahan ini membuat kontroler berusaha memperbaikinya sehingga didapatkan kesalahan yang semakin lama semakin mengecil memberikan penjelasan mengenai proses umpan balik sistem AC, seperti pada berikut;[5]



Gambar 2.11. Digram Blok Umpan Balik AC

2.4 Horizontal Float Switch



Gambar 2.12. Horizontal Float Switch

Pada transmitter level ini bekerja pada range 0 mm – 500 mm atau (0 m – 0,5 m) yang merupakan span masukan sedangkan sinyal keluarannya berupa sinyal elektrik yaitu

4 – 20 mA karena media pengirimnya berupa elektrik maka time konstan yang terjadi sangat kecil, sehingga dapat diabaikan. Dari data-data yang ada maka gain dari level transmitter adalah :

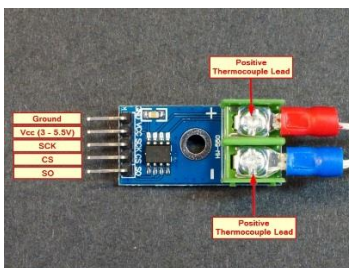
$$G_T = \frac{\text{Span Output}}{\text{Span Input}} = \frac{(20 - 4) \text{ mA}}{(0,5 - 0) \text{ m}} = 32 \frac{\text{mA}}{\text{m}}$$

Dengan data sheet Level Float Switch sebagai berikut :

- Material: plastic warna : Hitam
- Switch power(Max) : 10W
- Switching voltage(Max): AC 100V
- Switching current(Max): AC 0.5A
- Electric strength: AC1500V/Imin
- Contract resistance: 200 milli-ohm
- Temperature rating: -20 ~ +80
- Panjang kabel : sekitar 400 mm / 15.76"
- Float length : 85 mm / 3.35"

Digunakan untuk sensor cairan pada tangki untuk mengaktifkan pompa, alarm, hidroponik, air garam, air minum, berkebun, akuarium, dan lain lain. Tidak bias digunakan untuk cairan yang mengandung mercury.

2.5 Temperature Transmitter



Gambar 2.13. *Thermocouple Type K*

Pada sistem pengendalian ini dibutuhkan sebuah sensor serta pengendalian untuk menjaga dan mendapatkan hasil outputan yang diinginkan, maka dari itu temperature trasnmitter berfungsi sebagai sensor beserta umpan balik dari proses yang sedang terjadi pada sebuah plant yang hasil dari umpan balik tersebut akan diproses pada aktuator dan aktuator akan menerima respon setelah itu aktuator melakukan aksi untuk tetap mempertahankan setpoint yang diinginkan.

Sensor thermocouple bekerja dengan cara sensor akan melakukan pengindraan pada saat perubahan temperature setiap 1°C menggunakan module MAX6675 yang akan menjadi rangkaian pengondisian sinyal dan dikirimkan menuju mikrokontroller Atmega16 yang kemudian di siplaykan ke LCD atau dikirimkan ke USART/HMI. Prinsip kerja thermocouple pada plant ini adalah ketika temperature terdeteksi dan terjadi perubahan maka akan mengirimkan sinyal analog menuju controller yakni Atmega16. Data dari sensor akan diolah menjadi sinyal digital (ADC) di controller Atmega16 lalu dikirm ke PC817 Optocoupler untuk mengerjakan agar bukaan valve sesuai dengan set point. Peletakan sensor thermocouple berada di inlet dari Heat exchanger. Berikut adalah simulasi proteus thermocouple menuju Atmega16

2.5 Solenoid Valve

Solenoid Valve atau katup listrik merupakan elemen control yang paling sering digunakan dalam suatu aliran fluida. Tugas mereka adalah untuk shut off, release, mengalirkan atau mencampurkan fluida. Mereka ditemukan di banyak area aplikasi dunia industry seperti Oil & Gas, steam, petrokimia, pengolahan limbah, dan sebagainya.

Solenoid Valve bekerja secara electromechanically dimana mereka mempunyai kumparan (coil) sebagai penggeraknya. Ketika kumparan tersebut mendapatkan supply tegangan (AC atau DC) maka kumparan tersebut akan berubah menjadi medan magnet

sehingga menggerakkan piston (plunger) yang berada di dalamnya.



Gambar 2.14. Selenoid Valve

2.5 Solid State Relay (SSR)



Gambar 2.15. Solid State Relay (SSR)

<https://www.makerlab-electronics.com/product/fotek-solid-state-relay-module-ssr-40da/>

Solid state relay adalah sebuah saklar elektronik yang tidak memiliki bagian yang bergerak. Contohnya foto-coupled SSR, transformer-coupled SSR, dan hybrida SSR. Solid state relay ini dibangun dengan isolator untuk memisahkan bagian input dan bagian saklar. Dengan Solid state relay kita dapat menghindari terjadinya percikan api seperti yang terjadi pada relay konvensional juga dapat menghindari terjadinya sambungan tidak sempurna karena kontaktor keropos seperti pada relay konvensional.

Keuntungan SSR

- Pada solid-state relay tidak terdapat bagian yang bergerak seperti halnya pada relay.
- Tidak terdapat 'bounce', karena tidak terdapat kontaktor yang bergerak maka pada solid-state relay tidak terjadi peristiwa 'bounce' yaitu peristiwa terjadinya pantulan kontaktor pada saat terjadi perpindahan keadaan.
- Proses perpindahan dari kondisi 'off' ke kondisi 'on' atau sebaliknya sangat cepat hanya membutuhkan waktu sekitar 10 detik
- Solid-State relay kebal terhadap getaran dan guncangan.

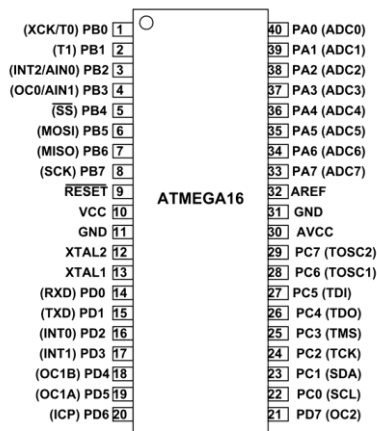
Kerugian SSR

- Resistansi Tegangan transien.
- Tegangan drop.
- Arus bocor-'Leakage current'.
- Sukar diimplementasikan pada aplikasi multi fasa.
- Lebih mudah rusak jika terkena radiasi nuklir.

2.6 Mikrokontroler AT MEGA16

Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program didalamnya. **Mikrokontroler** adalah sebuah

chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program did umumnya terdiri dari CPU (Central Processing Unit), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti Analog-to-Digital Converter (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya. Kelebihan utama dari mikrokontroler ialah tersedianya RAM dan peralatan I/O pendukung sehingga ukuran board mikrokontroler menjadi sangat ringkas.



Gambar 2.16. AT-MEGA 16

Mikrokontroller digunakan untuk main control dari sistem pengendalian temperatur dimana pada pengendalian temperatur pada plant ini menggunakan AT-Mega 16 yang mempunyai data sheet sebagai berikut:

Data sheet thermocoupe type k :

Operating Temperature:-100 1250

Probe Material : Stainless Steel

Probe Diameter : 5mm /0.196inch

Threads Size : 3/8" NPT

Probe Length : 100mm / 3.937inch

Cable Length : 3m

Cable External Shielding : Stainless Steel Braiding

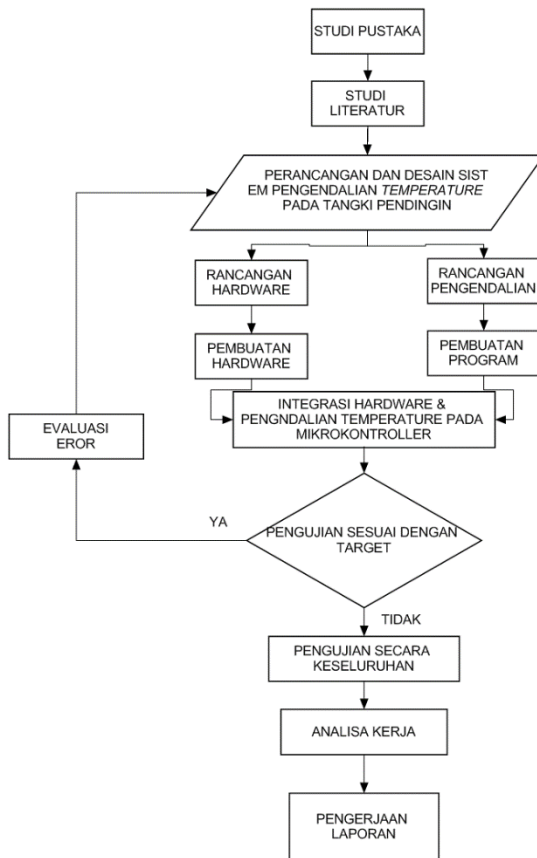
Cable Internal Insulation : Fiberglass

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III METODOLOGI

3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

Pada bab ini akan dijelaskan langkah-langkah perancangan dan pembuatan system pengendalian laju aliran heater untuk kebutuhan proses heat exchanger. Berikut adalah Diagram alur yang dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1. Flowchart Pengerjaan Tugas Akhir

Untuk mencapai tujuan penyelesaian tugas akhir yang direncanakan, maka perlu dilakukan suatu langkah-langkah dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Adapun langkah- langkahnya adalah sebagai berikut :

- a. Studi Literatur, mengumpulkan jurnal nasional, Internasioanl dan makalah yang berkaitan dengan pengendalian temperature dan level pada refrigant sistem.
- b. Pengambilan data primer yaitu membandingkan nilai-nilai dari keluaran sensor dengan besaran standart yang ada serta mangkalibrasi juga nilai dari yang dihasilkan oleh sensor dan juga aktuator.
- c. Pengambilan data sekunder dilakukan dengan mencari kontrol On/Off yang digunakan pada sistem pengendalian temperature dan level.
- d. Desain alat dilakukan dengan melakukan pemilihan instrument dan program terlebih dahulu kemudian instrument dirangkai menjadi suatu alat dan program di koding agar hasil akhir sesuai dengan yang diinginkan. Setelah itu realisasi sistem mekanik dan sistem elektrik.
- e. Integrasi instrumen dan program yaitu setelah program selesai dikoding dan instrument dirangkai maka dilakukan integrasi antara program dengan alat.
- f. Running alat dilakukan dengan menjalankan alat tersebut, kemudian dapat dilihat kesesuaiannya alat dengan hasil yang di inginkan, jika belum terpenuhi maka akan dilakukan evaluasi pada desain alat terutama pada koding progam.
- g. Pengambilan data dilakukan sebanyak dua klai yakni pengambilan data buat kalibrasi sensor dan yang kedua buat melihat respon kontrol PID pada sistem validasi sensor dan aktuator
- h. Analisa data ini dilakukan bagaimana respon kontrol PID terhadap sistem pengendalian ini, Respon dari variable kontrol tersebut dianalisa, apakah kondisi bisa terjaga pada setpoint

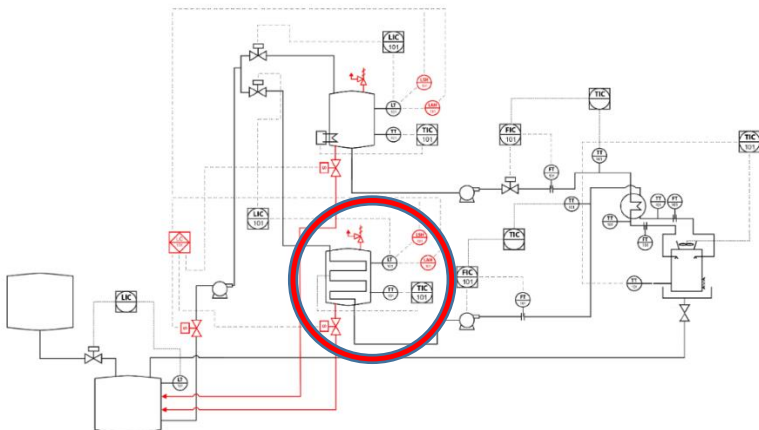
yang ditentukan performa sistem pengendalian kemudian di evaluasi.

- i. pada tahap terakhir yakni penarikan kesimpulan berupa kompresor pada outdoor ac dapat berkerja sesuai dengan sensor level dan temperature agar set point dapat terpenuhi.

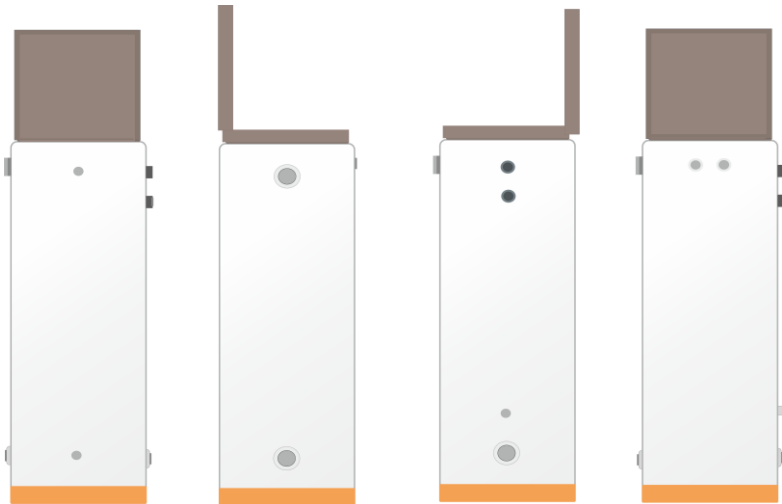
3.2 Perancangan Sistem

Perancangan sistem ini dimulai dengan mengetahui lokasi plan bagian yang akan dikerjakan dengan menggunakan bantuan Piping and Instrument Diagram. P&id disini nanti ada dua bagian yakni yang pertama adalah bagian keseluruhan plan simulator Heat Exchanger sedangkan yang kedua adalah bagian plan tersebut yang akan dikerjakan pada tugas akhir ini. Berikut adalah gambar dari kedua p&id nya.

1. P&ID Keseluruhan

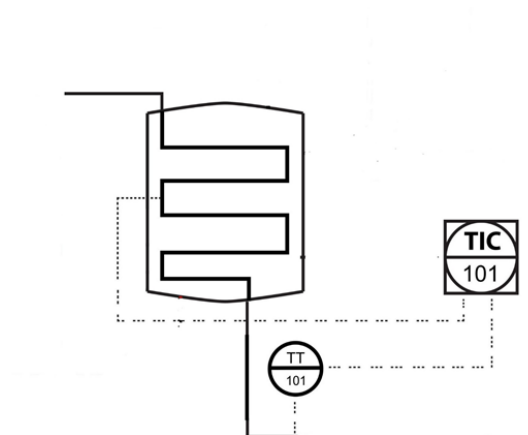


Gambar 3.2 P&ID plan simulator Heat Exchanger



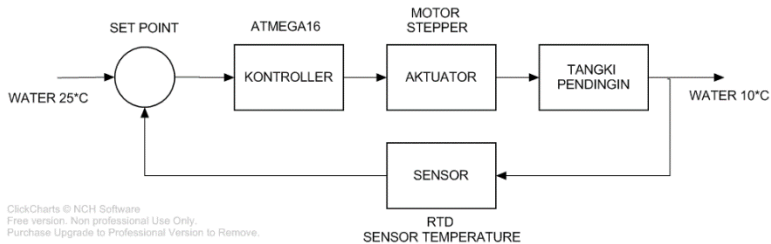
Gambar 3.3 Gambar Desain Tangki

3.3 P&ID Bagian Yang Akan Dikerjakan Pada Tugas Akhir



Gambar 3.4 P&ID Plant Tugas Akhir

Setelah itu menentukan Block diagram pengendalian untuk mengetahui alur pengendalian dan juga peralatan apa saja yang dibutuhkan pada tugas akhir kali ini. Berikut adalah blok diagram pengendalian nya:



Gambar 3.5 Blok Diagram sistem pengendalian

3.4 Perancangan Sistem Elektrik

Setelah melakukan perancangan kerja sistem yang meliputi pembuatan P&ID sistem alarm pada simulator alat penukar panas, survey alat yang digunakan, pengujian alat yang digunakan, dan penetapan range operasional sementara. Maka, tahap selanjutnya adalah memasuki perancangan perangkat lunak dan keras. Dalam perancangan perangkat lunak digunakan simulasi percobaan menggunakan Proteus 7 Professional sebagai software simulator dan CodeVisionAVR sebagai software IDE program dari ATmega16.

Modul Control cooler (ATmega16/32)								
Pin/Port	A	state	B	state	C	state	D	state
0	adc set T		cs (6675)/out	0	LCD 0	0	rx4	T
1	adc NTC		sclk (6675)/out	0	LCD 1	0	tx4	0
2			phase in/int2	T	LCD 2	0	floatSW1 / int0	P
3			Sdin (6675)/in	P	LCD 3	0	run/stop/int1	P
4			Compressor + Led	0	LCD 4	0	FAN /out	0
5			mosi 5 /Led dry	0	LCD 5	0	SVA/out	0
6			miso 5 /Led run	0	LCD 6	0	SVB/out	0
7			sck 5 /floatSW2	P	LCD 7	0	SV out/out	0

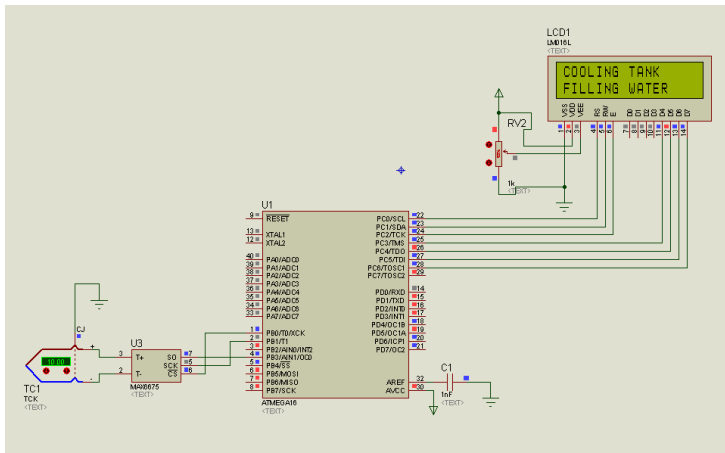
Tabel 3.6 Penentuan Port di ATmega16

Fungsi dari penentuan port ini supaya pin/port di ATmega16 dapat terpakai dengan efisien dan memudahkan dalam hal mengoding serta melakukan pengaturan di CV AVR. Port A digunakan sebagai adc dari Thermocouple, NTC, flow dan MOv. Port B digunakan sebagai inputan dari dua sensor yakni Thermocouple dan flow, Port C digunakan sebagai LCD dan yang terakhir Port D digunakan sebagai tempat actuator. Setelah mengetahui port mana yang digunakan langsung kita simulasikan di Proteus. Berikut beberapa hasil dari simulasi pada perancangan perangkat lunak :

a). LCD 16x2

LCD yang digunakan 2 baris x 16 kolom. LCD memiliki memori internal yang berisi definisi karakter sesuai dengan standart ASCII (CGROM- Character Generator ROM) dan memori sementara (RAM) yang biasa digunakan bila memerlukan karakter khusus (kapasitas 8 karakter). RAM ini juga berfungsi untuk menyimpan karakter yang ingin ditampilkan di LCD.

Pin yang digunakan di LCD menggunakan semua di port C. untuk data karakter yang dikirim dari ATmega16 ke LCD semua menggunakan port di LCD D0-D7 serta juga port RS, RW dan E. bagian VSS disambungkan ke ground dan bagian VDD disambungkan ke sumber 0-5 Volt, bagian VEE ke potensiometer untuk mengatur kontras dari karakter LCD dan port A dan K untuk mengaktifkan lampu LCD. Berikut adalah gambar simulasi proteus LCD dan gambar aslinya di plant sesuai dengan port yang sudah ditentukan pada table di atas.



Gambar 3.7 Simulasi Proteus ATmega16 ke LCD 16x2

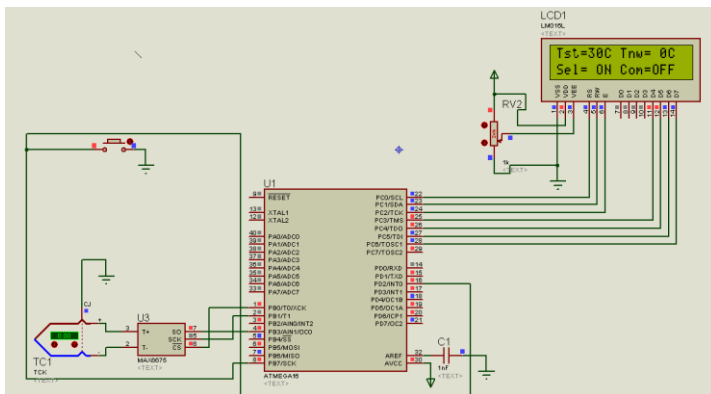


Gambar 3.8 Karakter yang muncul di LCD16x2

b). Thermocouple K dan MAX6675

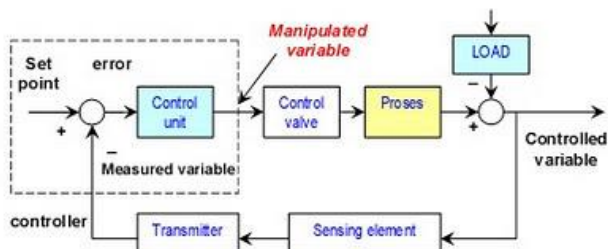
Sensor thermocouple bekerja dengan cara sensor akan melakukan penginderaan pada saat perubahan temperature setiap 1°C menggunakan module MAX6675 yang akan menjadi rangkaian pengondisian sinyal dan dikirimkan menuju mikrokontroller Atmega16 yang kemudian di siplaykan ke LCD atau dikirimkan ke USART/HMI. Prinsip kerja thermocouple pada plant ini adalah ketika temperature terdeteksi dan terjadi perubahan

maka akan mengirimkan sinyal analog menuju controller yakni Atmega16. Data dari sensor akan diolah menjadi sinyal digital (ADC) di controller Atmega16 lalu dikirim ke PC817 Optocoupler untuk menggerakkan Drive MOV agar membuka valve sesuai dengan set point. Peletakan sensor thermocouple berada di inlet dari Heat exchanger. Berikut adalah simulasi thermocouple menuju Atmega16



Gambar 3.9 Simulasi Proteus Thermocouple type K dan MAX6675 Ke ATmega 16

3.5 Perancangan Otomatisasi Sistem Pendinginan pada Dispenser Air Minum



Gambar 3.10. Diagram Blok Dispenser Air minum

Untuk proses otomatisasi pada sistem dispenseer air minum dengan merubah variabel yang dimanipulasi dan variabel yang dikendalikan, pada proses dispenser air minum yang mana sebelumnya membutuhkan waktu untuk proses pendinginan maka diperlukan sebuah refrigrant yang mana mampu mendinginkan suatu zat fluida tergantung kapasitas debit yang masuk serta tergantung kepada kemampuan pada refrigrant untuk mendinginkan air.

Agar pengendalian dapat berjalan secara otomatis maka dibutuhkan sensor yang mana sensor disini berfungsi sebagai feedback kontrol ketika temperatur pada air tidak sesuai dengan set point maka sensor akan mengirimkan sinyal kepada aktuatur, ketika aktuatur menerima feedback dari sensor maka aktuatur akan melakukan aksi dengan menutup bukaan valve agar aliran fluida yang masuk pada evaporator melalui pipa kapiler tetap terjaga sehingga dapat dihasilkan outputan dan hasil akhir yang diinginkan sesuai dengan setpoint.

3.6 Perancangan Kontroller berbasis AT-Mega

Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umunya dapat menyimpan program didalamnya. **Mikrokontroler** adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umunya dapat menyimpan program di umumnya terdiri dari CPU (Central Processing Unit), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti Analog-to-Digital Converter (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya. Kelebihan utama dari mikrokontroler ialah tersedianya RAM dan peralatan I/O pendukung sehingga ukuran board mikrokontroler menjadi sangat ringkas.

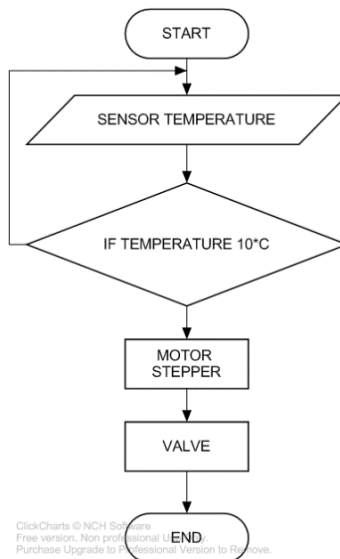
Mikrokontroller digunakan untuk main control dari sistem pengendalian temperatur dimana pada pengendalian temperatur pada plant ini menggunakan AT-Mega 16 yang mempunyai data sheet sebagai berikut:

3.7 Perancangan Aktuator Solenoid Valve

Solenoid Valve atau katup listrik merupakan elemen control yang paling sering digunakan dalam suatu aliran fluida. Tugas mereka adalah untuk shut off, release, mengalirkan atau mencampurkan fluida. Mereka ditemukan di banyak area aplikasi dunia industry seperti Oil & Gas, steam, petrokimia, pengolahan limbah, dan sebagainya.

Solenoid Valve bekerja secara electromechanically dimana mereka mempunyai kumparan (coil) sebagai penggerak. Ketika kumparan tersebut mendapatkan supply tegangan (AC atau DC) maka kumparan tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan piston (plunger) yang berada di dalamnya.

3.8 Flowchart Program Mode Kontrol Pengendalian



Gamabar 3.11. Flow Chart Pemograman

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Data

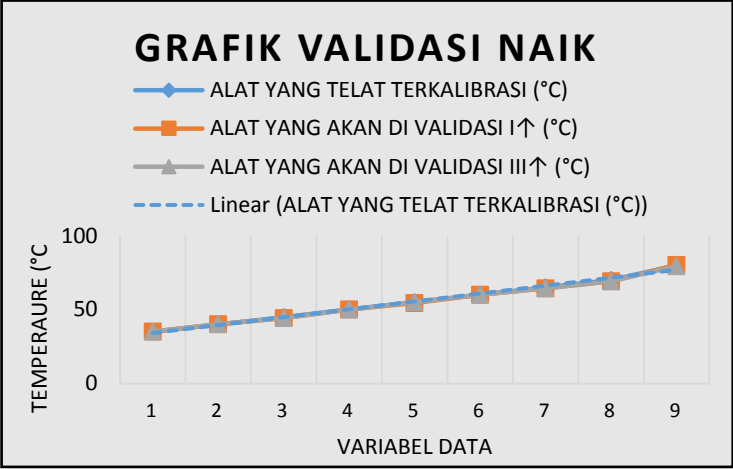
Berikut adalah data dari hasil validasi sensor *Thermocouple type K* :

4.1.1. Validasi *Thermocouple type K*

Validasi *Thermocouple type K* dilakukan dengan cara membandingkan antara *thermocoupeI* yang telah terkalibrasi dan *thermocoupeI* yang akan digunakan pada plant proses dilapangan, sehingga didapatkan hasil dari validasi *thermocoupeI type k* sebagai berikut :

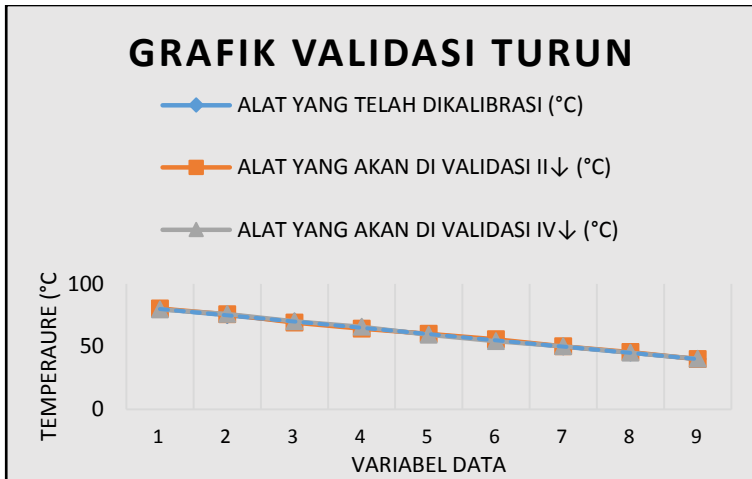
ALAT YANG TELAT TERKALIBRASI (°C)	ALAT YANG AKAN DI VALIDASI	
	I↑ (°C)	III↑ (°C)
35	35.25	35.25
40	40.11	40.21
45	44.27	44.27
50	50.11	50.11
55	54.37	55.16
60	60.12	60.12
65	64.32	64.37
70	69.23	69.13
80	80.12	79.41

Tabel 4.1. Data Validasi *Thermocouple type K* (naik)



Grafik 4.1. Data Validasi *Thermocouple type K* (naik)

ALAT YANG TELAH DIKALIBRASI (°C)	ALAT YANG AKAN DI VALIDASI	
	II↓ (°C)	IV↓ (°C)
80	80.31	79.53
75	75.17	76.12
70	69.23	70.11
65	64.37	65.71
60	60.21	59.32
55	55.71	54.37
50	50.21	50.11
45	45.61	45.16
40	40.11	40.31
35	35.16	35.25

Tabel 4.2. Data Validasi *Thermocouple type K* (turun)**Grafik 4.1.** Data Validasi *Thermocouple type K* (naik)

4.2 Analisa Perhitungan Sistem Refrigerasi

Refrigerasi adalah suatu sistem yang memungkinkan untuk mengatur suhu sampai mencapai suhu di bawah suhu lingkungan. Penggunaan refrigerasi sangat dikenal pada sistem pendingin udara pada bangunan, transportasi, dan pengawetan suatu bahan makanan dan minuman. Penggunaan refrigerasi juga dapat ditemukan pada pabrik skala besar, contohnya, proses dehidrasi gas, aplikasi pada industri petroleum seperti pemurnian minyak pelumas, reaksi suhu rendah, dan proses pemisahan hidrokarbon yang mudah menguap.

Dalam sistem refrigerasi kapasitas pendinginan yang akan digunakan kita harus menentukan besarnya Q (kalor) yang masuk & Q (kalor) yang keluar sehingga kita dapat menentukan besarnya kapasitas AC (Air Conditioning) yang di dibutuhkan, seperti pada hasil perhitungan berikut:

4.2.1 Qin & Qout Sistem Refrigerasi

4.2.1.1 Qin Air

Hasil perhitungan Qin pada tangki refrigerant :

Diketahui:

$$m = 50 \text{ kg}$$

$$C = 4.200 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$1 \text{ Joule} = 9,481 \times 10^{-4} \text{ Btu}$$

$$\begin{aligned} Q_{in} &= m \times C \times \Delta T \\ &= 50 \times 4.200 \times 25 \\ &= 5.250.000 \text{ J/Kg } ^\circ\text{C} \\ &= 5.250 \text{ Kj/Kg } ^\circ\text{C} \\ \text{Btu} &= 4.976.039 \end{aligned}$$

Catatan:

$$1) \frac{4.976.039}{60} = 82,94 \text{ Btu/menit}$$

$$2) \frac{4.976.039}{360} = 1,38 \text{ Btu/menit}$$

4.2.1.2 Qout Air

Hasil perhitungan Qin pada tangki refrigerant :

Diketahui:

$$m = 50 \text{ kg}$$

$$C = 4.200 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$= 10 - 25$$

$$= -15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$1 \text{ Joule} = 9,481 \times 10^{-4} \text{ Btu}$$

$$\begin{aligned} Q_{in} &= m \times C \times \Delta T \\ &= 50 \times 4.200 \times (-15) \\ &= 3.150.000 \text{ J/Kg } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$= 3.150 \text{ Kj/Kg } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Btu} = 2.985.624$$

Catatan:

$$1) \frac{2.985.625}{60} = 49,76 \text{ Btu/menit}$$

$$2) \frac{2.985.624}{360} = 8,3 \text{ Btu/menit}$$

4.2.2 Spesifikasi Refrigerant 2 PK (R-22)

Air Conditioner memisahkan antara evaporator dengan kondensor yang dihubungkan dengan pipa tembaga sebagai medium aliran gas *refrigerant*. Bagian evaporator dinamakan *indoor unit* dan diletakan pada ruang yang ingin di dinginkan, sedangkan bagian kondensor dan kompresor disebut *outdoor unit* dan diletakkan di luar ruangan. Tiap-tiap unit memiliki blower yang berfungsi mengalirkan udara melewati *coil*. Besar kapasitas pendinginan bergantung pada PK kompresor :

1. AC ½ PK = ± 5.000 BTU/h
2. AC ¾ PK = ± 7.000 BTU/h
3. AC 1 PK = ± 9.000 BTU/h
4. AC 1½ PK = ±12.000 BTU/h
5. AC 2 PK = ±18.000 BTU/h

Hasil perhitungan BTU dengan spesifikasi AC 2 PK sebagai berikut :

$$2 \text{ PK} = 18.000 \text{ Btu/h}$$

$$= 300 \text{ Btu/menit}$$

$$= 5 \text{ Btu/detik}$$

$$Q_{R22} = 18.991.005 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$$

$$= 18.991 \text{ Kj/Kg}^\circ\text{C}$$

Proses pendinginan jenis zat (air) dapat dikatakan mampu mendinginkan air dengan volume jenis zat (air) apabila memenuhi syarat sebagai berikut :

$$Q_{In} \leq Q_{out}$$

4.3 Hasil Pengambilan Data Temperature Type K Pada Proses Pendinginan

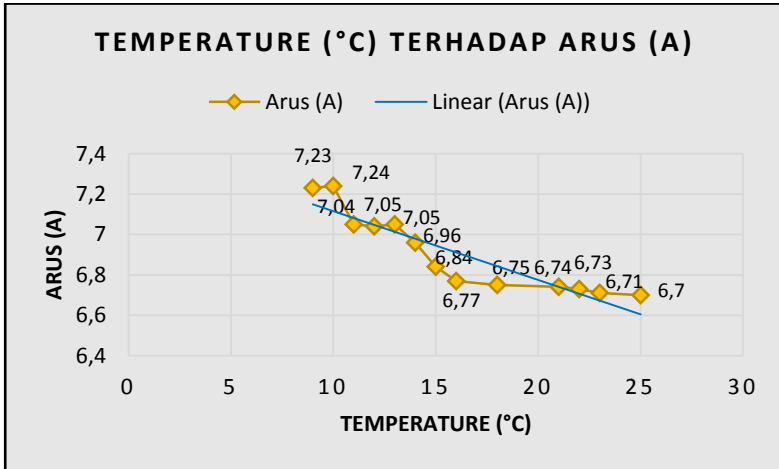
Setelah dilaksanakannya simulasi alat sistem refrigerant dapat dihasilkan data temperature ($^{\circ}\text{C}$) sebagai berikut :

4.3.1 Hasil Pengambilan Data Temperature Type K Pada Proses Pendinginan

Berikut ini adalah hasil dari pengambilan data lapangan pada sistem refrigerant dengan membandingkan antara arus (A) pada kondensor AC (*Air Condotioner*) terhadap proses pendinginan air untuk mencapai setpoint yang telah ditentukan.

NO	Set Point ($^{\circ}\text{C}$)	Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)	Arus (A)	Waktu (menit)
1	10	9	7.23	0
2	10	10	7.24	1
3	10	11	7.05	2
4	10	12	7.04	3
5	10	13	7.05	4
6	10	14	6.96	5
7	10	15	6.84	6
8	10	16	6.77	7
9	10	18	6.75	8
10	10	21	6.74	9
11	10	22	6.73	10
12	10	23	6.71	11
13	10	25	6.7	12

Tabel 4.3. Hasil Data Temperature ($^{\circ}\text{C}$) berbanding dengan Arus



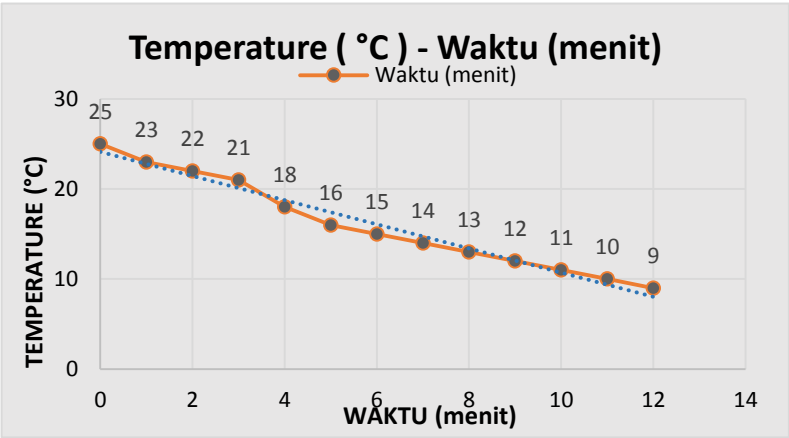
Tabel 4.4. Grafik Data Temperature (°C) berbanding dengan Arus

4.3.2 Hasil Pengambilan Data Temperature Type K Terhadap Waktu

Dari hasil pengambilan data lapangan didapatkan hasil pengukuran pada sensor *temperature* yaitu dengan menggunakan *thermocoupe* *type k* dengan perbandingan terhadap waktu didapatkan hasil sebagai berikut:

NO	Set Point (°C)	Temperatur (°C)	Waktu (menit)
1	10	25	0
2	10	23	1
3	10	22	2
4	10	21	3
5	10	18	4
6	10	16	5
7	10	15	6
8	10	14	7
9	10	13	8
10	10	12	9
11	10	11	10
12	10	10	11
13	10	9	12

Tabel 4.5. Hasil Data Temperature (°C) terhadap Waktu



Tabel 4.6. Grafik Data Temperature (°C) terhadap Waktu

4.2. Pembahasan

Hasil yang didapat pada proses perancangan alat Tugas Akhir didapatkan hasil pendinginan air dari suhu normal air yang mana rata-ratanya yaitu 25-30 °C yang kemudian akan masuk pada tangki pendinginan, ketika level pada tangki pendinginan maka aktuator pada inputan yaitu berupa selenoid maka akan mati setelah itu secara otomatis kompressor refrigerant akan menyala untuk mendinginkan air pada tangki pendingin hingga mencapai setpoint yang telah ditentukan yaitu 10 °C dengan lamanya proses pendinginan selama 12 menit dengan volume air 50 liter, pada saat proses pendinginan telah mencapai setpoint maka kompressor mati kemuadia pompa air dengan kapasitas 7 liter/menit pada outputan tangki pendingin akan mengalirkan masuk ke Heat Exchanger untuk diproses pertukaran panas, pada saat penurunannya volume air akan berlangsung pula penambahan volume pada tangki ketika lowlevel pada tangki tercapai dan akan berhenti saat pengisian air pada saat high level tercapai, hingga proses kontinyu selanjutnya berlanjut.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan dari pengujian alat tugas akhir ini dipatkan hasil seperti pada berikut ini:

1. Berdasarkan dari hasil pendinginan pada dispenser air minum yang ada dipasaran dilakukan dengan menggunakan thermo elektrik sehingga pada proses pendinginannya dilakukan secara squensial dengan batasan suhu max 15 °C selama 20-30 menit dengan volume air 7-8 liter.
2. Pada proses pendinginan sistem AC (*Air Conditioner*) untuk mendinginkan ruangan dilakukan secara otomatis dengan kendali thermostat yang ada pada evaporator yang mana diatur oleh setpoint melalui remote sehingga suhu ruangan tidak terlalu dingin ataupun sebaliknya karena terdapat kendali thermostat untuk mengedalikan kinerja pada kondensor. Untuk dari itu pada proses pendinginan dispenser diperlukan pengendalian untuk mendapatkan sistem otomatis pada saat pendinginan telah mencapai setpoint sehingga tidak memakan listrik yang besar.
3. Dari hasil perancangan sistem pengendalian *temperature* didapatkan setpoint 10 °C, lamanya proses pendinginan yaitu 12 menit dengan kapasitas tangki 50 liter yang menggunakan sistem *air conditioner* (ac) kapasitas 2 pk = ± 18.000 BTU/h.

5.2 SARAN

Dari hasil pengerjaan Tugas Akhir ini didapatkan bahwa sistem refrigransi pada kompresor AC (*Air Conditioner*) harus bekerja dengan baik karena kompressor adalah hal yang sangat penting pada proses pendinginan, jika kompressor tidak dalam kondisi yang baik maka proses pendinginan tidak dapat dihasilkan dengan baik kemudian dari pada itu kita pun harus mengetahui keakurasian pembacaan pada sensor suhu thermocoupe type k apakah sesuai atau tidak jika pembacaan pada thermocoupe kurang baik maka hasil pada pendinginan tidak dihasilkan dengan pula.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT. SHARP Electronics Indonesia, “Sistem Pendingin pada Dispenser Air Minum.” 2013 .
- [2] A. D. Prasetyo, E. Kurniawan, and D. Darlis, “Latar Belakang Dispenser air merupakan sebuah perangkat yang berguna untuk mengolah air dalam galon sehingga didapat air biasa , panas ataupun dingin dengan cara manual yaitu dengan menekan katup yang terdapat pada dispenser air tersebut . Dengan alasan t,” 2012.
- [3] H. Poernomo, J. Teknik, P. Kapal, P. Perkapalan, and N. Surabaya, “Analisis Karakteristik Unjuk Kerja Sistem Pendingin (Air Conditioning) Yang Menggunakan Freon R-22 Berdasarkan Pada Variasi Putaran Kipas Pendingin,” vol. 12, no. 1, pp. 1–8, 2015.
- [4] M. Horyński, S. Styła, O. Hqhuj, L. V Wkh, P. Frvw, and F. Hohphqw, “Intelligent control for HVAC devices in LCN system,” vol. 13, no. 1, pp. 57–64, 2013.
- [5] A. Triwiyatno, “Konsep Umum Sistem Kontrol,” *Aris Triwiyatno*, p. 2, 2011.
- [6] A. Fajrin and D. Ichsani, “Rancang Bangun dan Studi Eksperimen Alat Penukar Panas untuk Memanfaatkan Energi Refrigerant Keluar Kompresor AC sebagai Pemanas Air pada ST / D = 6 dengan Variasi Volume Air,” vol. 5, no. 2, 2016.
- [7] A. Aziz, A. Hamid, and I. Hidayat, “Perancangan Bejana Tekan (Pressure Vessel) untuk Separasi 3 Fasa,” *Sinergi*, vol. 18, pp. 31–38, 2014.
- [8] K. Kunci, “ANALISIS DESIGN TANGKI DENGAN METODE RESPONSE SPECTRA DAN Email : ruben_el17@yahoo.com,” no. 1, 2000.
- [9] F. Rahman, “Desain Fasilitas Uji Kinerja Water-Cooled Chiller dan Air-Cooled Chiller Berdasarkan Standar AHRI 551-591,” *Desain Fasilitas Uji Kerja*, 2014.
- [10] U. Indonesia, F. Matematika, D. A. N. Ilmu, P. Alam, and P. S. Fisika, “FURNACE DENGAN MENGGUNAKAN

SENSOR TERMOKOPEL TIPE-K BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 16 Syahrial Nurul Huda FURNACE DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR TERMOKOPEL Syahrial Nurul Huda,” 2011.

- [11] R. C. Putra, “Kapasitas 5 M3 Dengan Tekanan Desain 10 Bar Berdasarkan Standar,” 2007.
- [12] I. P. Handayani, I. W. Fathonah, A. Suhendi, F. T. Elektro, and U. Telkom, “RANCANG BANGUN DAN REALISASI SISTEM PENDINGIN BERBASIS TEC (THERMOELECTRIC COOLER) DESIGN AND IMPLEMENTATION OF TEC (THERMOELECTRIC COOLER).”

LAMPIRAN

Lampiran A.

Program pengendalian temperature pada sistem refrigrasi:

/*****

This program was produced by the

CodeWizardAVR V2.05.3 Standard

Automatic Program Generator

© Copyright 1998-2011 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.

<http://www.hpinfotech.com>

Project : TUGAS AKHIR

Version : 1

Date : 28/05/2018

Author : Akhmad Aris Apanto

Company : Instrumentation Engineering

Comments: Bismillah Tugas Akhir

Chip type : ATmega16A

Program type : Application

AVR Core Clock frequency: 11,059200 MHz

Memory model : Small

External RAM size : 0

Data Stack size : 256

*****/

```
#include <mega16a.h>
```

```
#include <stdlib.h>
```

```
#include <delay.h>
```

```
#include <stdio.h>
```

```
// Alphanumeric LCD functions
```

```
#include <alcd.h>
```

```
// Porting PORT_B
```

```
#define CS PORTB.0
```

```
#define SDIN PINB.1
```

```
#define SW2 PINB.7
```

```
#define SCLK PORTB.3
```

```
#define COMPRESSOR PORTB.4
```

```
#define LEDRUN PORTB.5
```

```
#define LEDDRY PORTB.6
```

```
// Porting PORT_D
```

```
#define SW1 PIND.2
```

```
#define FAN PORTD.4
```

```
#define SVIN PORTD.5
```

```
#define SVOUT PORTD.6
```

```
#define backlight PORTC.7
```

```
// Variable deklarasi
```

```
bit run, LOWLEVEL, respons, runcool, Ledon, override;
```

```
int Tset,remotecom, remotesva, remotesvb;
```

```
// External Interrupt 0 service routine
```

```
interrupt [EXT_INT0] void ext_int0_isr(void)
```

```
{
```

```
// Place your code here
```

```
LOWLEVEL=1;
```

```
}
```



```
// External Interrupt 1 service routine
interrupt [EXT_INT1] void ext_int1_isr(void)
{
// Place your code here

}
```

```
// External Interrupt 2 service routine
interrupt [EXT_INT2] void ext_int2_isr(void)
{
// Place your code here
```

```
    run=~run;
}
```

```
#ifndef RXB8
#define RXB8 1
#endif
```

```
#ifndef TXB8
#define TXB8 0
#endif
```

```
#ifndef UPE
#define UPE 2
#endif
```

```
#ifndef DOR
#define DOR 3
#endif
```

```
#ifndef FE
#define FE 4
#endif
```

```
#ifndef UDRE
#define UDRE 5
```

```

#endif

#ifndef RXC
#define RXC 7
#endif

#define FRAMING_ERROR (1<<FE)
#define PARITY_ERROR (1<<UPE)
#define DATA_OVERRUN (1<<DOR)
#define DATA_REGISTER_EMPTY (1<<UDRE)
#define RX_COMPLETE (1<<RXC)

// USART Receiver buffer
#define RX_BUFFER_SIZE 7
char rx_buffer[RX_BUFFER_SIZE];

#if RX_BUFFER_SIZE <= 256
unsigned char rx_wr_index,rx_rd_index,rx_counter;
#else
unsigned int rx_wr_index,rx_rd_index,rx_counter;
#endif

// This flag is set on USART Receiver buffer overflow
bit rx_buffer_overflow;

// USART Receiver interrupt service routine
interrupt [USART_RXC] void usart_rx_isr(void)
{
    char status,data;
    status=UCSRA;
    data=UDR;
    if (data==0x23)
    {
        rx_counter=0;
        rx_wr_index=0;
    }
    if ((status & (FRAMING_ERROR | PARITY_ERROR |
DATA_OVERRUN))==0)

```

```

    {
        rx_buffer[rx_wr_index++]=data;
    #if RX_BUFFER_SIZE == 256
        // special case for receiver buffer size=256
        if (++rx_counter == 0) rx_buffer_overflow=1;
    #else
        if (rx_wr_index == RX_BUFFER_SIZE) rx_wr_index=0;
        if (++rx_counter == RX_BUFFER_SIZE)
        {
            rx_counter=0;
            rx_buffer_overflow=1;
        }
    #endif
    }
}

```

```

#ifndef _DEBUG_TERMINAL_IO_
// Get a character from the USART Receiver buffer
#define _ALTERNATE_GETCHAR_
#pragma used+
char getchar(void)
{
    char data;
    while (rx_counter==0);
    data=rx_buffer[rx_rd_index++];
    #if RX_BUFFER_SIZE != 256
    if (rx_rd_index == RX_BUFFER_SIZE) rx_rd_index=0;
    #endif
    #asm("cli")
    --rx_counter;
    #asm("sei")
    return data;
}
#pragma used-
#endif

```

```

// Standard Input/Output functions
#include <stdio.h>

```

```

// Timer1 overflow interrupt service routine
interrupt [TIM1_OVF] void timer1_ovf_isr(void)
{
// Place your code here
    respons=1;
}

#define ADC_VREF_TYPE 0x40

// Read the AD conversion result
unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)
{
    ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
// Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
    delay_us(10);
// Start the AD conversion
    ADCSRA|=0x40;
// Wait for the AD conversion to complete
    while ((ADCSRA & 0x10)==0);
    ADCSRA|=0x10;
    return ADCW;
}

// Declare your global variables here
read_Tset(void)
{
    int i;
    Tset=0;
    CS=1;
    CS=1;
    SCLK=0;
    SCLK=0;
    CS=0;
    CS=0;
    SCLK=1;
    SCLK=1;
}

```

```

for (i=1; i<=12; i++)
{
    SCLK=0;
    SCLK=0;
    SCLK=1;
    SCLK=1;
    switch(i)
    {
        case 1 :{Tset=Tset+SDIN*2048;break;}
        case 2 :{Tset=Tset+SDIN*1024;break;}
        case 3 :{Tset=Tset+SDIN*512;break;}
        case 4 :{Tset=Tset+SDIN*256;break;}
        case 5 :{Tset=Tset+SDIN*128;break;}
        case 6 :{Tset=Tset+SDIN*64;break;}
        case 7 :{Tset=Tset+SDIN*32;break;}
        case 8 :{Tset=Tset+SDIN*16;break;}
        case 9 :{Tset=Tset+SDIN*8;break;}
        case 10 :{Tset=Tset+SDIN*4;break;}
        case 11 :{Tset=Tset+SDIN*2;break;}
        case 12 :{Tset=Tset+SDIN*1;break;}
    }
}
//*0.232142857 hasil kalibrasi
Tset=Tset/4;
SCLK=0;
SCLK=0;
SCLK=1;
SCLK=1;
CS=1;

// PORTC.7=~PORTC.7;
}

```

```

void main(void)
{
    // Declare your local variables here
    int lcd, Tpot, Val, Com, shutdown;

```

```

    unsigned char buff[16];
    unsigned char skip[4];

// Input/Output Ports initialization
// Port A initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
// Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T
// State1=T State0=T
PORTA=0x00;
DDRA=0x00;

// Port B initialization
// Func7=In Func6=Out Func5=Out Func4=Out Func3=Out
// Func2=In Func1=In Func0=Out
// State7=P State6=0 State5=0 State4=0 State3=0 State2=P
// State1=T State0=0
PORTB=0x84;
DDRB=0x79;

// Port C initialization
// Func7=Out Func6=Out Func5=Out Func4=Out Func3=Out
// Func2=Out Func1=Out Func0=Out
// State7=0 State6=0 State5=0 State4=0 State3=0 State2=0
// State1=0 State0=0
PORTC=0x00;
DDRC=0xFF;

// Port D initialization
// Func7=Out Func6=Out Func5=Out Func4=Out Func3=In
// Func2=In Func1=Out Func0=In
// State7=0 State6=0 State5=0 State4=0 State3=P State2=P
// State1=0 State0=T
PORTD=0x0C;
DDRD=0xF2;

// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock

```

```

// Clock value: Timer 0 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC0 output: Disconnected
TCCR0=0x00;
TCNT0=0x00;
OCR0=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 1386,900 kHz
// Mode: Normal top=0xFFFF
// OC1A output: Discon.
// OC1B output: Discon.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer1 Overflow Interrupt: On
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x03;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer2 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC2 output: Disconnected
ASSR=0x00;
TCCR2=0x00;
TCNT2=0x00;

```

```

OCR2=0x00;

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: On
// INT0 Mode: Falling Edge
// INT1: On
// INT1 Mode: Falling Edge
// INT2: On
// INT2 Mode: Falling Edge
GICR|=0xE0;
MCUCR=0x0A;
MCUCSR=0x00;
GIFR=0xE0;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x04;

// USART initialization
// Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity
// USART Receiver: On
// USART Transmitter: On
// USART Mode: Asynchronous
// USART Baud Rate: 9600
UCSRA=0x00;
UCSRB=0x98;
UCSRC=0x86;
UBRRH=0x00;
UBRRL=0x47;

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
SFIOR=0x00;

// ADC initialization
// ADC Clock frequency: 346,725 kHz
// ADC Voltage Reference: AREF pin

```



```

// ADC Auto Trigger Source: ADC Stopped
ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;
ADCSRA=0x85;

// SPI initialization
// SPI disabled
SPCR=0x00;

// TWI initialization
// TWI disabled
TWCR=0x00;

// Alphanumeric LCD initialization
// Connections are specified in the
// Project|Configure|C Compiler|Libraries|Alphanumeric LCD
menu:
// RS - PORTC Bit 0
// RD - PORTC Bit 1
// EN - PORTC Bit 2
// D4 - PORTC Bit 3
// D5 - PORTC Bit 4
// D6 - PORTC Bit 5
// D7 - PORTC Bit 6
// Characters/line: 16
lcd_init(16);
lcd_clear();
delay_ms(1000);
backlight=1;

// Global enable interrupts
#asm("sei")
lcd=0;
Tset=0;
Tpot=0;
Val=1;
Com=1;
LEDRUN=1;

```

```
/*-----Kondisi Awal-----*/
```

```
while(SW2==1)
{
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf("COOLING TANK");
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_putsf("FILLING WATER");
    SVIN=1;
    SVOUT=0;
    LEDDRY=~LEDDRY;
    delay_ms(1000);
};
SVIN=0;
LOWLEVEL=0;
COMPRESSOR=1;
LEDDRY=0;
read_Tset();
while(Tset>=10)
{
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf("COOLING TANK");
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_putsf("COOLING WATER");
    sprintf(buff,"%2dC",Tset);
    lcd_puts(buff);
    LEDRUN=~LEDRUN;
    delay_ms(1000);
    read_Tset();
};
/*-----*/
```

```
COMPRESSOR=0;
LEDRUN=1;
SVOUT=0;
run=1;
```

```
while (1)
{
```

```

/*-----Komunikasi Data (Exsa)-----*/
    if (rx_buffer_overflow==1)
    {
    if ((rx_buffer[0]==0x23) && (rx_buffer[6]==0x25))
    {
        if (rx_buffer[1]==0x33)
        {
            switch (rx_buffer[2])
            {
                //read
            case 97:{ printf ("03;");
                      break;}
            case 98:{ printf ("%d;", ~SW1);
                      break;}
            case 99:{ printf ("%d;", Tset);
                      break;}
            case 100:{ printf ("%d;", COMPRESSOR);
                      break;}
            case 101:{ printf ("%d;", Tpot);
                      break;}
            case 102:{ printf ("%d;", SVIN);
                      break;}
            case 103:{ printf ("%d;", SVOUT);
                      break;}
            case 104:{ printf ("%d;", override);
                      break;}
            case 105:{ printf ("%d;", run);
                      break;}
            case 106:{ printf ("%d;\r\n", backlight);
                      break;}

                //write
            case 109:{ skip[0]=rx_buffer[3];
                      skip[1]=rx_buffer[4];
                      skip[2]=rx_buffer[5];

                      remotecom=atoi(skip);
                      break;}

```

```

        case 110:{ if (rx_buffer[5]=='1') remotesva=1;
                  else if (rx_buffer[5]=='0') remotesva=0;
                  break;}
        case 111:{ if (rx_buffer[5]=='1') remotesvb=1;
                  else if (rx_buffer[5]=='0') remotesvb=0;
                  break;}
        case 112:{ if (rx_buffer[5]=='1') override=1;
                  else if (rx_buffer[5]=='0') override=0;
                  break;}
        case 113:{ if (rx_buffer[5]=='1') run=1;
                  else if (rx_buffer[5]=='0') run=0;
                  break;}
        case 114:{ if (rx_buffer[5]=='1') backlight=1;
                  else if (rx_buffer[5]=='0') backlight=0;
                  break;}
        }
    }
else
{
printf ("error");
}
rx_buffer_overflow=0;
}

/*-----*/
-----*/

if (respons==1)
{
lcd++;
Ledon=run;
read_Tset();
Tpot=30-(read_adc(0)/51.2);

/*-----Override (Exsa)-----*/
if (override==1)
{
Tpot=30-(remotecom/5);

```

```

    }
/*-----*/
    if (run==1)
    { LEDRUN=1;
    if(SW1==1){LEDDRY=1;shutdown++;}
    else {LEDDRY=0;shutdown=0;SVIN=1;runcool=1;}
    if(SW2==0)SVIN=0;
    if(shutdown>=200)runcool=0;

    if ((runcool==1)&&(run==1))
    {
        if (Tset>=Tpot+2){COMPRESSOR=1;SVOUT=0;}
        else if (Tset<=Tpot-2){COMPRESSOR=0;}
        if (Tset<=Tpot-3){SVOUT=1;}
        else SVOUT=0;
    }
    else {COMPRESSOR=0;SVOUT=0;}
/*-----Override (Exsa)-----*/
    if (override==1)
    {
        SVIN=remotesva;
        SVOUT=remotesvb;
    }
/*-----*/
    }
    else
    {
        COMPRESSOR=0;
        SVOUT=0;
        SVIN=0;
        LEDRUN=0;
        LEDDRY=0;
    }
    if (lcd>=2)
    {
        //PORTC.7=~PORTC.7;
        lcd_gotoxy(0,0);
        lcd_putsf("Tst=");
    }

```

```

    sprintf(buff,"%2dC",Tpot);
    lcd_puts(buff);

    lcd_gotoxy(8,0);
    lcd_putsf("Tnw=");
    sprintf(buff,"%2dC",Tset);
    lcd_puts(buff);

    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_putsf("Sel=");
    if (SVIN==1)
        {lcd_puts(" ON ");}
    else {lcd_puts("OFF ");}
    lcd_puts(buff);

    lcd_gotoxy(8,1);
    lcd_putsf("Com=");
    if (COMPRESSOR==1)
        {lcd_puts(" ON ");}
    else {lcd_puts("OFF ");}
    lcd_puts(buff);

    lcd=0;
}

    respons=0;
}

}

}

```

Lampiran B.

Data Sheet microcontroller at-mega16

Features

- High-performance, Low-power AVR® 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 131 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- Nonvolatile Program and Data Memories
 - 16K Bytes of In-System Self-Programmable Flash
 - Endurance: 10,000 Write/Erase Cycles
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - 512 Bytes EEPROM
 - Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
 - 1K Byte Internal SRAM
 - Programming Lock for Software Security
- JTAG (IEEE std. 1149.1 Compliant) Interface
 - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
 - Extensive On-chip Debug Support
 - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Four PWM Channels
 - 8-channel, 10-bit ADC
 - 8 Single-ended Channels
 - 7 Differential Channels in TQFP Package Only
 - 2 Differential Channels with Programmable Gain at 1x, 10x, or 200x
 - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated RC Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby and Extended Standby
- I/O and Packages
 - 32 Programmable I/O Lines
 - 40-pin PDIP, 44-lead TQFP, and 44-pad MLF
- Operating Voltages
 - 2.7 - 5.5V for ATmega16L
 - 4.5 - 5.5V for ATmega16
- Speed Grades
 - 0 - 8 MHz for ATmega16L
 - 0 - 16 MHz for ATmega16



8-bit AVR®
Microcontroller
with 16K Bytes
In-System
Programmable
Flash

ATmega16
ATmega16L

Preliminary

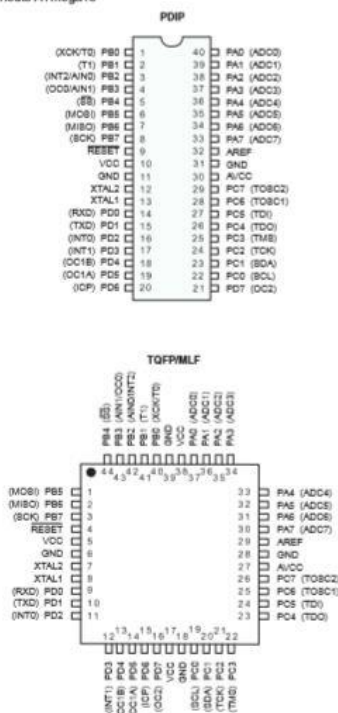
Rev. 2465E – AVR1-105R





Pin Configurations

Figure 1. Pinouts ATmega16



Disclaimer

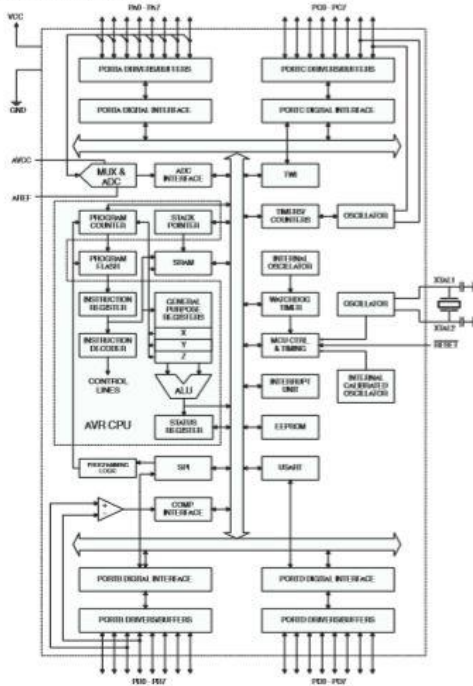
Typical values contained in this data sheet are based on simulations and characterization of other AVR microcontrollers manufactured on the same process technology. Min and Max values will be available after the device is characterized.

Overview

The ATmega16 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega16 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

Block Diagram

Figure 2. Block Diagram



Lampiran C.

Data Sheet Thermocoupe

K^oC

TABLE 9 Type K Thermocouple — thermoelectric voltage as a function of temperature (°C), reference junctions at 0 °C

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	°C
Thermoelectric Voltage in Millivolts												
-270	-6.458											-270
-260	-6.411	-6.444	-6.446	-6.448	-6.450	-6.452	-6.453	-6.455	-6.456	-6.457	-6.458	-260
-250	-6.404	-6.408	-6.413	-6.417	-6.421	-6.425	-6.429	-6.432	-6.435	-6.438	-6.441	-250
-240	-6.344	-6.351	-6.358	-6.364	-6.370	-6.377	-6.382	-6.386	-6.393	-6.399	-6.404	-240
-230	-6.262	-6.271	-6.280	-6.289	-6.297	-6.306	-6.314	-6.322	-6.329	-6.337	-6.344	-230
-220	-6.158	-6.170	-6.181	-6.192	-6.202	-6.213	-6.223	-6.233	-6.243	-6.252	-6.262	-220
-210	-6.035	-6.048	-6.061	-6.074	-6.087	-6.099	-6.111	-6.123	-6.135	-6.147	-6.158	-210
-200	-5.891	-5.907	-5.922	-5.936	-5.951	-5.965	-5.980	-5.994	-6.007	-6.021	-6.035	-200
-190	-5.730	-5.747	-5.763	-5.780	-5.797	-5.813	-5.829	-5.845	-5.861	-5.876	-5.891	-190
-180	-5.550	-5.569	-5.588	-5.606	-5.624	-5.642	-5.660	-5.678	-5.695	-5.713	-5.730	-180
-170	-5.354	-5.374	-5.395	-5.415	-5.435	-5.454	-5.474	-5.493	-5.512	-5.531	-5.550	-170
-160	-5.141	-5.163	-5.185	-5.207	-5.228	-5.250	-5.271	-5.292	-5.313	-5.333	-5.354	-160
-150	-4.913	-4.936	-4.960	-4.983	-5.006	-5.029	-5.052	-5.074	-5.097	-5.119	-5.141	-150
-140	-4.669	-4.694	-4.719	-4.744	-4.768	-4.793	-4.817	-4.841	-4.865	-4.889	-4.913	-140
-130	-4.411	-4.437	-4.463	-4.490	-4.516	-4.542	-4.567	-4.593	-4.618	-4.644	-4.669	-130
-120	-4.138	-4.166	-4.194	-4.221	-4.249	-4.276	-4.303	-4.330	-4.357	-4.384	-4.411	-120
-110	-3.852	-3.882	-3.911	-3.939	-3.968	-3.997	-4.025	-4.054	-4.082	-4.110	-4.138	-110
-100	-3.554	-3.584	-3.614	-3.645	-3.675	-3.705	-3.734	-3.764	-3.794	-3.823	-3.852	-100
-90	-3.243	-3.274	-3.306	-3.337	-3.368	-3.400	-3.431	-3.462	-3.492	-3.523	-3.554	-90
-80	-2.920	-2.953	-2.986	-3.018	-3.050	-3.083	-3.115	-3.147	-3.179	-3.211	-3.243	-80
-70	-2.587	-2.620	-2.654	-2.688	-2.721	-2.755	-2.788	-2.821	-2.854	-2.887	-2.920	-70
-60	-2.243	-2.278	-2.312	-2.347	-2.382	-2.416	-2.450	-2.485	-2.519	-2.553	-2.587	-60
-50	-1.889	-1.925	-1.961	-1.996	-2.032	-2.067	-2.103	-2.138	-2.173	-2.208	-2.243	-50
-40	-1.527	-1.564	-1.600	-1.637	-1.673	-1.709	-1.745	-1.782	-1.818	-1.854	-1.889	-40
-30	-1.158	-1.194	-1.231	-1.268	-1.305	-1.343	-1.380	-1.417	-1.453	-1.489	-1.527	-30
-20	-0.778	-0.816	-0.854	-0.892	-0.930	-0.968	-1.006	-1.043	-1.081	-1.119	-1.156	-20
-10	-0.392	-0.431	-0.470	-0.508	-0.547	-0.586	-0.624	-0.663	-0.701	-0.739	-0.778	-10
0	0.000	-0.039	-0.079	-0.118	-0.157	-0.197	-0.236	-0.275	-0.314	-0.353	-0.392	0
0	0.000	0.039	0.079	0.119	0.158	0.198	0.238	0.277	0.317	0.357	0.397	0
10	0.397	0.437	0.477	0.517	0.557	0.597	0.637	0.677	0.718	0.758	0.798	10
20	0.798	0.838	0.879	0.919	0.960	1.000	1.041	1.081	1.122	1.163	1.203	20
30	1.203	1.244	1.285	1.326	1.366	1.407	1.448	1.489	1.530	1.571	1.612	30
40	1.612	1.653	1.694	1.735	1.776	1.817	1.858	1.899	1.941	1.982	2.023	40
50	2.023	2.064	2.106	2.147	2.188	2.230	2.271	2.312	2.354	2.395	2.436	50
60	2.436	2.478	2.519	2.561	2.602	2.644	2.685	2.727	2.768	2.810	2.851	60
70	2.851	2.893	2.934	2.976	3.017	3.059	3.100	3.142	3.184	3.225	3.267	70
80	3.267	3.308	3.350	3.391	3.433	3.474	3.516	3.557	3.599	3.640	3.682	80
90	3.682	3.723	3.765	3.806	3.848	3.889	3.931	3.972	4.013	4.055	4.096	90
100	4.096	4.138	4.179	4.220	4.262	4.303	4.344	4.385	4.427	4.468	4.509	100
110	4.509	4.550	4.591	4.633	4.674	4.715	4.756	4.797	4.838	4.879	4.920	110
120	4.920	4.961	5.002	5.043	5.084	5.124	5.165	5.206	5.247	5.288	5.328	120
130	5.328	5.369	5.410	5.450	5.491	5.532	5.572	5.613	5.653	5.694	5.735	130
140	5.735	5.775	5.815	5.856	5.896	5.937	5.977	6.017	6.058	6.098	6.138	140
150	6.138	6.179	6.219	6.259	6.299	6.339	6.380	6.420	6.460	6.500	6.540	150
160	6.540	6.580	6.620	6.660	6.701	6.741	6.781	6.821	6.861	6.901	6.941	160
170	6.941	6.981	7.021	7.060	7.100	7.140	7.180	7.220	7.260	7.300	7.340	170
180	7.340	7.380	7.420	7.460	7.500	7.540	7.579	7.619	7.659	7.699	7.739	180
190	7.739	7.779	7.819	7.859	7.899	7.939	7.979	8.019	8.059	8.099	8.138	190

TABLE 9 Type K Thermocouple—thermoelectric voltage as a function of temperature (°C); reference junctions at 0 °C

K°C

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	°C
Thermoelectric Voltage in Millivolts												
200	8.138	8.178	8.218	8.258	8.298	8.338	8.378	8.418	8.458	8.499	8.539	200
210	8.539	8.579	8.619	8.659	8.699	8.739	8.779	8.819	8.860	8.900	8.940	210
220	8.940	8.980	9.020	9.061	9.101	9.141	9.181	9.222	9.262	9.302	9.343	220
230	9.343	9.383	9.423	9.464	9.504	9.545	9.585	9.626	9.666	9.707	9.747	230
240	9.747	9.788	9.828	9.869	9.909	9.950	9.991	10.031	10.072	10.113	10.153	240
250	10.153	10.194	10.235	10.276	10.316	10.357	10.398	10.439	10.480	10.520	10.561	250
260	10.561	10.602	10.643	10.684	10.725	10.766	10.807	10.848	10.889	10.930	10.971	260
270	10.971	11.012	11.053	11.094	11.135	11.176	11.217	11.259	11.300	11.341	11.382	270
280	11.382	11.423	11.465	11.506	11.547	11.588	11.630	11.671	11.712	11.753	11.795	280
290	11.795	11.836	11.877	11.919	11.960	12.001	12.043	12.084	12.126	12.167	12.209	290
300	12.209	12.250	12.291	12.333	12.374	12.416	12.457	12.499	12.540	12.582	12.624	300
310	12.624	12.665	12.707	12.748	12.790	12.831	12.873	12.915	12.956	12.998	13.040	310
320	13.040	13.081	13.123	13.165	13.206	13.248	13.290	13.331	13.373	13.415	13.457	320
330	13.457	13.498	13.540	13.582	13.624	13.665	13.707	13.749	13.791	13.833	13.874	330
340	13.874	13.916	13.958	14.000	14.042	14.084	14.126	14.167	14.209	14.251	14.293	340
350	14.293	14.335	14.377	14.419	14.461	14.503	14.545	14.587	14.629	14.671	14.713	350
360	14.713	14.755	14.797	14.839	14.881	14.923	14.965	15.007	15.049	15.091	15.133	360
370	15.133	15.175	15.217	15.259	15.301	15.343	15.385	15.427	15.469	15.511	15.554	370
380	15.554	15.596	15.638	15.680	15.722	15.764	15.806	15.849	15.891	15.933	15.975	380
390	15.975	16.017	16.059	16.102	16.144	16.186	16.228	16.270	16.313	16.355	16.397	390
400	16.397	16.439	16.482	16.524	16.566	16.608	16.651	16.693	16.735	16.778	16.820	400
410	16.820	16.862	16.904	16.947	16.989	17.031	17.074	17.116	17.158	17.201	17.243	410
420	17.243	17.285	17.328	17.370	17.413	17.455	17.497	17.540	17.582	17.624	17.667	420
430	17.667	17.709	17.752	17.794	17.837	17.879	17.921	17.964	18.006	18.049	18.091	430
440	18.091	18.134	18.176	18.218	18.261	18.303	18.346	18.388	18.431	18.473	18.516	440
450	18.516	18.558	18.601	18.643	18.686	18.728	18.771	18.813	18.856	18.898	18.941	450
460	18.941	18.983	19.026	19.068	19.111	19.154	19.196	19.239	19.281	19.324	19.366	460
470	19.366	19.409	19.451	19.494	19.537	19.579	19.622	19.664	19.707	19.750	19.792	470
480	19.792	19.835	19.877	19.920	19.962	20.005	20.048	20.090	20.133	20.175	20.218	480
490	20.218	20.261	20.303	20.346	20.389	20.431	20.474	20.516	20.559	20.602	20.644	490
500	20.644	20.687	20.730	20.772	20.815	20.857	20.900	20.943	20.985	21.028	21.071	500
510	21.071	21.113	21.156	21.199	21.241	21.284	21.326	21.369	21.412	21.454	21.497	510
520	21.497	21.540	21.582	21.625	21.668	21.710	21.753	21.796	21.838	21.881	21.924	520
530	21.924	21.966	22.009	22.052	22.094	22.137	22.179	22.222	22.265	22.307	22.350	530
540	22.350	22.393	22.435	22.478	22.521	22.563	22.606	22.649	22.691	22.734	22.776	540
550	22.776	22.819	22.862	22.904	22.947	22.990	23.032	23.075	23.117	23.160	23.203	550
560	23.203	23.245	23.288	23.331	23.373	23.416	23.458	23.501	23.544	23.586	23.629	560
570	23.629	23.671	23.714	23.757	23.799	23.842	23.884	23.927	23.970	24.012	24.055	570
580	24.055	24.097	24.140	24.182	24.225	24.267	24.310	24.353	24.395	24.438	24.480	580
590	24.480	24.523	24.565	24.608	24.650	24.693	24.735	24.778	24.820	24.863	24.905	590
600	24.905	24.948	24.990	25.033	25.075	25.118	25.160	25.203	25.245	25.288	25.330	600
610	25.330	25.373	25.415	25.458	25.500	25.543	25.585	25.627	25.670	25.712	25.755	610
620	25.755	25.797	25.840	25.882	25.924	25.967	26.009	26.052	26.094	26.136	26.179	620
630	26.179	26.221	26.263	26.306	26.348	26.390	26.433	26.475	26.517	26.560	26.602	630
640	26.602	26.644	26.687	26.729	26.771	26.814	26.856	26.898	26.940	26.983	27.025	640
650	27.025	27.067	27.109	27.152	27.194	27.236	27.278	27.320	27.363	27.405	27.447	650
660	27.447	27.489	27.531	27.574	27.616	27.658	27.700	27.742	27.784	27.826	27.869	660
670	27.869	27.911	27.953	27.995	28.037	28.079	28.121	28.163	28.205	28.247	28.289	670
680	28.289	28.332	28.374	28.416	28.458	28.500	28.542	28.584	28.626	28.668	28.710	680
690	28.710	28.752	28.794	28.835	28.877	28.919	28.961	29.003	29.045	29.087	29.129	690
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	°C

K^oC

TABLE 9 Type K Thermocouple—thermoelectric voltage as a function of temperature (°C); reference junctions at 0 °C

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	°C
Thermoelectric Voltage in Millivolts												
700	29.129	29.171	29.213	29.255	29.297	29.338	29.380	29.422	29.464	29.506	29.548	700
710	29.548	29.589	29.631	29.673	29.715	29.757	29.798	29.840	29.882	29.924	29.965	710
720	29.965	30.007	30.049	30.090	30.132	30.174	30.216	30.257	30.299	30.341	30.382	720
730	30.382	30.424	30.466	30.507	30.549	30.590	30.632	30.674	30.715	30.757	30.798	730
740	30.798	30.840	30.881	30.923	30.964	31.006	31.047	31.089	31.130	31.172	31.213	740
750	31.213	31.255	31.296	31.338	31.379	31.421	31.462	31.504	31.545	31.586	31.628	750
760	31.628	31.669	31.710	31.752	31.793	31.834	31.876	31.917	31.958	32.000	32.041	760
770	32.041	32.082	32.124	32.165	32.206	32.247	32.289	32.330	32.371	32.412	32.453	770
780	32.453	32.495	32.536	32.577	32.618	32.659	32.700	32.742	32.783	32.824	32.865	780
790	32.865	32.906	32.947	32.988	33.029	33.070	33.111	33.152	33.193	33.234	33.275	790
800	33.275	33.316	33.357	33.398	33.439	33.480	33.521	33.562	33.603	33.644	33.685	800
810	33.685	33.726	33.767	33.808	33.848	33.889	33.930	33.971	34.012	34.053	34.093	810
820	34.093	34.134	34.175	34.216	34.257	34.297	34.338	34.379	34.420	34.460	34.501	820
830	34.501	34.542	34.582	34.623	34.664	34.704	34.745	34.786	34.826	34.867	34.908	830
840	34.908	34.948	34.989	35.029	35.070	35.110	35.151	35.192	35.232	35.273	35.313	840
850	35.313	35.354	35.394	35.435	35.475	35.516	35.556	35.596	35.637	35.677	35.718	850
860	35.718	35.758	35.798	35.839	35.879	35.920	35.960	36.000	36.041	36.081	36.121	860
870	36.121	36.162	36.202	36.242	36.282	36.323	36.363	36.403	36.443	36.484	36.524	870
880	36.524	36.564	36.604	36.644	36.685	36.725	36.765	36.805	36.845	36.885	36.925	880
890	36.925	36.965	37.006	37.046	37.086	37.126	37.166	37.206	37.246	37.286	37.326	890
900	37.326	37.366	37.406	37.446	37.486	37.526	37.566	37.606	37.646	37.686	37.725	900
910	37.725	37.765	37.805	37.845	37.885	37.925	37.965	38.005	38.044	38.084	38.124	910
920	38.124	38.164	38.204	38.243	38.283	38.323	38.363	38.402	38.442	38.482	38.522	920
930	38.522	38.561	38.601	38.641	38.680	38.720	38.760	38.799	38.839	38.878	38.918	930
940	38.918	38.958	38.997	39.037	39.076	39.116	39.155	39.195	39.235	39.274	39.314	940
950	39.314	39.353	39.393	39.432	39.471	39.511	39.550	39.590	39.629	39.669	39.708	950
960	39.708	39.747	39.787	39.826	39.866	39.905	39.944	39.984	40.023	40.062	40.101	960
970	40.101	40.141	40.180	40.219	40.259	40.298	40.337	40.376	40.415	40.455	40.494	970
980	40.494	40.533	40.572	40.611	40.651	40.690	40.729	40.768	40.807	40.846	40.885	980
990	40.885	40.924	40.963	41.002	41.042	41.081	41.120	41.159	41.198	41.237	41.276	990
1000	41.276	41.315	41.354	41.393	41.431	41.470	41.509	41.548	41.587	41.626	41.665	1000
1010	41.665	41.704	41.743	41.781	41.820	41.859	41.898	41.937	41.976	42.014	42.053	1010
1020	42.053	42.092	42.131	42.169	42.208	42.247	42.286	42.324	42.363	42.402	42.440	1020
1030	42.440	42.479	42.518	42.556	42.595	42.633	42.672	42.711	42.749	42.788	42.826	1030
1040	42.826	42.865	42.903	42.942	42.980	43.019	43.057	43.096	43.134	43.173	43.211	1040
1050	43.211	43.250	43.288	43.327	43.365	43.403	43.442	43.480	43.518	43.557	43.595	1050
1060	43.595	43.633	43.672	43.710	43.748	43.787	43.825	43.863	43.901	43.940	43.978	1060
1070	43.978	44.016	44.054	44.092	44.130	44.169	44.207	44.245	44.283	44.321	44.359	1070
1080	44.359	44.397	44.435	44.473	44.512	44.550	44.588	44.626	44.664	44.702	44.740	1080
1090	44.740	44.778	44.816	44.853	44.891	44.929	44.967	45.005	45.043	45.081	45.119	1090
1100	45.119	45.157	45.194	45.232	45.270	45.308	45.346	45.383	45.421	45.459	45.497	1100
1110	45.497	45.534	45.572	45.610	45.647	45.685	45.723	45.760	45.798	45.836	45.873	1110
1120	45.873	45.911	45.948	45.986	46.024	46.061	46.099	46.136	46.174	46.211	46.249	1120
1130	46.249	46.286	46.324	46.361	46.398	46.436	46.473	46.511	46.548	46.585	46.623	1130
1140	46.623	46.660	46.697	46.735	46.772	46.809	46.847	46.884	46.921	46.958	46.995	1140
1150	46.995	47.033	47.070	47.107	47.144	47.181	47.218	47.256	47.293	47.330	47.367	1150
1160	47.367	47.404	47.441	47.478	47.515	47.552	47.589	47.626	47.663	47.700	47.737	1160
1170	47.737	47.774	47.811	47.848	47.884	47.921	47.958	47.995	48.032	48.069	48.105	1170
1180	48.105	48.142	48.179	48.216	48.252	48.289	48.326	48.363	48.399	48.436	48.473	1180
1190	48.473	48.509	48.546	48.582	48.619	48.656	48.692	48.729	48.765	48.802	48.838	1190



pyromation

TABLE 9 Type K Thermocouple — thermoelectric voltage as a function of temperature (°C); reference junctions at 0 °C

K°C

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	°C
Thermoelectric Voltage in Millivolts												
1200	48.838	48.875	48.911	48.948	48.984	49.021	49.057	49.093	49.130	49.166	49.202	1200
1210	49.202	49.238	49.275	49.311	49.348	49.384	49.420	49.456	49.493	49.529	49.565	1210
1220	49.565	49.601	49.637	49.674	49.710	49.746	49.782	49.818	49.854	49.890	49.926	1220
1230	49.926	49.962	49.998	50.034	50.070	50.106	50.142	50.178	50.214	50.250	50.286	1230
1240	50.286	50.322	50.358	50.393	50.429	50.465	50.501	50.537	50.572	50.608	50.644	1240
1250	50.644	50.680	50.715	50.751	50.787	50.822	50.858	50.894	50.929	50.965	51.000	1250
1260	51.000	51.036	51.071	51.107	51.142	51.178	51.213	51.249	51.284	51.320	51.355	1260
1270	51.355	51.391	51.426	51.461	51.497	51.532	51.567	51.603	51.638	51.673	51.708	1270
1280	51.708	51.744	51.779	51.814	51.849	51.885	51.920	51.955	51.990	52.025	52.060	1280
1290	52.060	52.095	52.130	52.165	52.200	52.235	52.270	52.305	52.340	52.375	52.410	1290
1300	52.410	52.445	52.480	52.515	52.550	52.585	52.620	52.654	52.689	52.724	52.759	1300
1310	52.759	52.794	52.829	52.863	52.898	52.932	52.967	53.002	53.037	53.071	53.106	1310
1320	53.106	53.140	53.175	53.210	53.244	53.279	53.313	53.348	53.382	53.417	53.451	1320
1330	53.451	53.486	53.520	53.555	53.589	53.623	53.658	53.692	53.727	53.761	53.795	1330
1340	53.795	53.830	53.864	53.898	53.932	53.967	54.001	54.035	54.069	54.104	54.138	1340
1350	54.138	54.172	54.206	54.240	54.274	54.308	54.343	54.377	54.411	54.445	54.479	1350
1360	54.479	54.513	54.547	54.581	54.615	54.649	54.683	54.717	54.751	54.785	54.819	1360
1370	54.819	54.852	54.886									1370

°C 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 °C

Lampiran D.

Data Sheet Selenoid Valve.

See Datasheet Below For More Technical Details

Banico Gas Solenoid Valves

Application:

Gas solenoid valves are used for safety and control of gas for shut-off in gas feed pipes.

Suitable for various gases, including Natural Gas and LPG

1/4" Inlet and outlet plugs suitable for CPI switches, pressure gauges, and connection to proving and interlocking systems.

Operation & Installation:

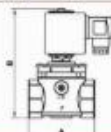
Two-way, normally closed – energise to open rapidly.
The valve can be mounted direct on the pipeline, horizontally or vertically.



Technical specification:

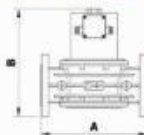
- Opening time: <1 second
- Closing time: <1 second
- Max number of operations: 20 per min
- 1/4" Inlet and outlet plugs
- Incorporated AISI 303 steel mesh filter
- Cable entry gland PG11 Live, Neutral, Earth
- Protection of IP54
- NBR based seal resistant to hydrocarbons
- Bodies and flanges in diecast aluminium
- AISI 302 steel pressure spring
- Chromate Fe 37 steel armature
- Ambient temperature -15°C to 60°C

Type	A	B
ZEV38	73	112
ZEV35	72	112
ZEV36	86	156
ZEV25	100	156
ZEV12	130	214
ZEV40	150	214
ZEV50	170	220
ZEV65	200	290
ZEV80	220	290



Type	A	B
ZEV105	310	343
ZEV180	310	343
ZEV100	350	384
ZEV125	400	592
ZEV150	480	630

Type	Size	Connection	Max Press.	Power VA
ZEV10	1/8"	BSPP	360 mbar	20
ZEV15	3/8"	BSPP	360 mbar	20
ZEV20	1/2"	BSPP	360 mbar	25
ZEV25	1"	BSPP	360 mbar	25
ZEV32	1 1/8"	BSPP	360 mbar	50
ZEV40	1 1/2"	BSPP	360 mbar	50
ZEV50	2"	BSPP	360 mbar	50
ZEV65	2 1/2"	BSPP	360 mbar	68
ZEV80	3"	BSPP	360 mbar	68
ZEV105	65mm (2 1/2")	Flanged PN16	360 mbar	68
ZEV180	80mm (3")	Flanged PN16	360 mbar	68
ZEV100	100mm (4")	Flanged PN16	360 mbar	170
ZEV125	125mm (5")	Flanged PN16	200 mbar	290
ZEV150	150mm (6")	Flanged PN16	200 mbar	290



Standards & Approvals:

- Class A, BS EN161:2002 approved
- British Gas & European Standards
- 90/396/EEC – 73/23/EEC – 89/336/EEC
- Certificate CE EC – 87/07/009

Lampiran E.
Data Sheet Float Switch

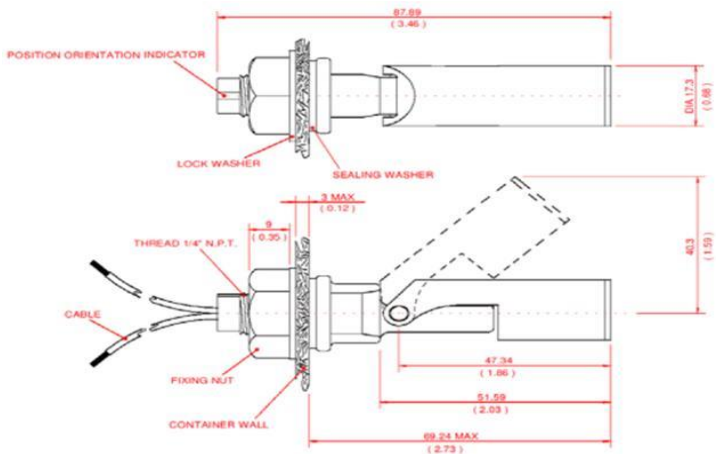
Product Description

The 40 Series Float Switch is a cost-effective horizontally mounted miniature liquid level sensor that can be internally or externally mounted. It has a self-cleaning hinge mechanism which gives it high reliability in demanding environments. It can be changed from Normally Open to Normally Closed operation to allow for sensing of high or low conditions by rotating the orientation of the body through 180°.

Applications

Ideal for use in Food, Automotive, Pharmaceutical, Petroleum and Chemical Industries.

Technical Data

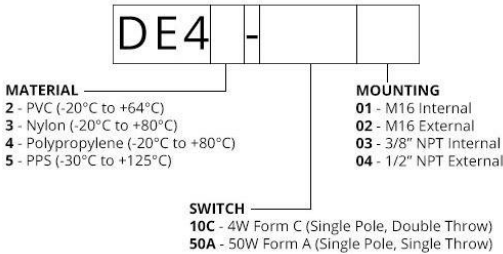


- Horizontally mounted miniature liquid level sensors designed for external or internal tank mounting.
- The design provides a cost effective solution where high reliability in a demanding environment is called for.
- Available in UL/WRC listed PVC, Polypropylene, PPS and Nylon materials to permit use in most chemical and temperature environments.
- By rotating the body through 180° it is possible to sense for high or low conditions.
- Coupled with a choice of switching options this design is ideal for food, automotive, petroleum, chemical and laboratory applications.

Technical Data	White PVC	Black Nylon	Grey Polypropylene	PPS
Suitable specific gravity	0.7	0.7	0.7	0.7
Maximum Pressure	200 KPa	200 KPa	200 KPa	200 KPa
Operating Temperature	-20 to +65°C	-20 to +80°C	-20 to +80°C	-30 to +125°C
PVC Cable length*	1 metre	1 metre	1 metre	1 metre
Weight	35g	35g	35g	35g

*Other lengths available to order

Ordering Code



BIODATA PENULIS



Penulis yang bernama Akhmad Aris Apanto dilahirkan di Karawang pada tanggal 09 April 1997. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari orang tua Bapak Poedji Santoso dan Ibu Eko Kurniasari. Penulis menempuh pendidikan formal di SDN Kiara Payung II, Klari - Karawang, MTs Al-I'ANAH, Klari - Karawang dan SMK TI Pembangunan, Leuwi Gajah - Cimahi. Kemudian penulis melanjutkan ke jenjang yang lebih tinggi yaitu di Institut Teknologi

Sepuluh Nopember Surabaya, tepatnya di Departemen Teknik Instrumentasi Fakultas Vokasi di tahun 2015 dan terdaftar dengan NRP 10 51 15 000 00 081.

Di Departemen Teknik Instrumentasi ini penulis aktif di beberapa bidang organisasi kemahasiswaan dan laboratorium seperti di Kepanitian Gerigi ITS 2016-2017, Pelatihan (LKMM Pra-TD, LKMM TD), yang terakhir aktif di Laboratorium Simulasi dan Komputasi. Pada laporan ini, penulis telah melaksanakan Tugas Akhir yang mana sebagai persyaratan kelulusan untuk mendapatkan gelar Diploma.

Selesainya Tugas Akhir ini diajukan penulis telah memenuhi syarat untuk kelulusan agar mendapatkan gelar diploma di Departemen Teknik Instrumentasi Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.